

**ELABORACIÓN, CARACTERIZACIÓN, Y COMPARACIÓN DE ABONOS
ORGÁNICOS A BASE DE EQUINAZA Y BOVINAZA.**

ÁLVARO SÁNCHEZ ROMERO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE QUÍMICA
BUCARAMANGA
2008**

**ELABORACIÓN, CARACTERIZACIÓN, Y COMPARACIÓN DE ABONOS
ORGÁNICO A BASE DE EQUINAZA Y BOVINAZA.**

ÁLVARO SÁNCHEZ ROMERO

**Tesis de grado como requisito para optar al título de
Químico**

Director. NELSON GUALDRON PARRA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE QUÍMICA
BUCARAMANGA
2008**

CONTENIDO

	Pag.
INTRODUCCIÓN	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
2. JUSTIFICACIÓN	3
3. VIABILIDAD	4
4. HIPÓTESIS	5
5. ANTECEDENTES	6
5.1 COMPOSTAJE EN PESCADOR, CAUCA: TECNOLOGÍA APROPIADA PARA EL MANEJO DE RESIDUOS ORGÁNICOS Y SU CONTRIBUCIÓN A LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS MEDIOAMBIENTALES	6
5.2 APLICACIÓN Y EFECTO RESIDUAL DEL ESTIÉRCOL EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DEL BUFFEL (CENCHRUS CILIARIS C. V. TEXAS-4464) EN EL TRÓPICO SECO DE COLIMA, MÉXICO	12
6. MARCO TEÓRICO	15
6.1 ABONOS ORGÁNICOS Y COMPOSTAJE	15
6.2 SISTEMAS DE COMPOSTAJE	17
6.2.1 SISTEMAS ABIERTOS	17
6.2.2 SISTEMAS CERRADOS	18
6.3 PARÁMETROS DE CONTROL Y AFECTACIÓN DEL PROCESO	19
6.3.1 Relación C / N	20
6.3.2 Microbiología del compostaje	20

6.4	NORMATIVIDAD NACIONAL PARA DETERMINAR SI UN COMPOST ES BUENO O NO COMERCIALMENTE	21
6.5	ESTIÉRCOL	21
6.6	FERTILIZANTES QUÍMICOS	22
6.7	CLASIFICACIÓN DE LOS FERTILIZANTES	23
6.7.1	Fertilizantes químicos Inorgánicos	23
6.7.2	Acondicionadores inorgánicos de suelos	23
6.7.3	Fertilizantes orgánicos y acondicionadores del suelo	23
6.7.4	Acondicionadores orgánicos	23
6.7.5	Fertilizantes y acondicionadores de origen mixto	23
7	METODOLOGÍA	24
7.1	DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA PRODUCCIÓN DEL COMPOST	24
7.2	OPTIMIZACIÓN DE LOS ABONOS	25
7.3	ANÁLISIS QUÍMICO DEL ABONO	26
7.3.1	Medición del pH	26
7.3.2	Determinación de la humedad	26
7.3.3	Determinación de cenizas	26
7.3.4	Determinación de Carbono y materia orgánica	26
7.3.5	Determinación Nitrógeno	27
7.3.6	Determinación de Fósforo	27
7.3.7	Determinación de Potasio, zinc, Magnesio, Manganeso	28
7.4	RECOPIACIÓN DE DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	29

7.5 COMPARACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS ABONOS FABRICADOS	29
8. ANÁLISIS RESULTADOS 41	30
8.1 ELABORACIÓN DE LOS ABONOS	30
8.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS ABONOS	33
8.2.1 Materia orgánica	34
8.2.2 Humedad y cenizas	36
8.2.3 pH	42
8.2.4 Fosfatos	44
8.2.5 Manganeso	46
8.2.6 Zinc	48
8.2.7 Magnesio	51
8.2.8 Potasio	53
8.2.9 Nitrógeno	56
8.3 CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS CON RESPECTO AL TIEMPO	58
8.4 PRODUCCIÓN DE COSECHA DE CILANTRO LOS SUELOS ABONADOS	67
9. OBSERVACIONES	68
10 ALGUNOS FERTILIZANTES COMERCIALES	70
11. CONCLUSIONES	74
12. RECOMENDACIONES	75
13 NOTAS DEL AUTOR	78
BIBLIOGRAFÍA	80
BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA	82

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

	Pag.
Fotografía 1. Monto de hojas y tallos triturados y listos para abonar	41
Fotografía 2. Primer plano de hojas y tallos triturados.	42
Fotografía 3. Imagen de los abonos cubiertos para protegerlos de agentes como la lluvia y la erosión	43
Fotografía 4. Mini cultivo de cilantro en abono a base de Equinaza	33
Fotografía 5. Mini cultivo de cilantro en abono a base de bovinaza.	33
Fotografía 6. Mini cultivo de tomate en abono a base de Equinaza en estado de germinación	59
Fotografía 7. Mini cultivo de rábano en abono a base de equinaza en germinación	59
Fotografía 8. Mini cultivo de rábano en abono a base de Bovinaza en germinación	59
Fotografía 9. Mini cultivo de tomate en abono a base de Bovinaza en germinación	60
Fotografía 10. Mini cultivos de rábano y tomate en abono de Control	60
Fotografía 11. Mini cultivo de cilantro en abono a base de Equinaza	60
Fotografía 12. Mini cultivo de cilantro en abono a base de Bovinaza	61
Fotografía 13. Mini cultivo de cilantro en abono de Control	61

Fotografía 14. Mini cultivos de cilantro en abono a base de Equinaza y mini cultivo de tomate-rábano en abono a base de Bovinaza	61
Fotografía 15. Mini cultivos de rábano-tomate (a base de abono de Bovinaza y equinaza) y cilantro en abono de control	62
Fotografía 16. Mini cultivo de cilantro en abono a base de Bovinaza	62
Fotografía 17. Comparación de los cilantros post-cosecha de los tres abonos	62
Fotografía 18. Comparación de los rábanos en cosecha de los tres abonos	63
Fotografía 19. Dimensiones de rábano cosechado en abono a base de Bovinaza. Mes y medio después de germinar	63
Fotografía 20. Dimensiones de rábano cosechado en abono a base de Equinaza. Mes y medio después de germinación	63
Fotografía 21. Dimensiones de rábano cosechado en abono de control. Mes y medio después de germinación	64
Fotografía 22. Dimensiones de cilantro post-cosecha en abono a base de Equinaza. Dos meses después de germinación	64
Fotografía 23. Dimensiones de cilantro post-cosecha en abono a base de Bovinaza. Dos meses después de germinación	64
Fotografía 24. Dimensiones de cilantro en abono de control. Dos meses después de germinación	65

LISTA DE GRAFICAS

	Pag.
Grafica 1. Contenido de carbono en abono de control.	36
Grafica 2. Contenido de carbono en abono a base de equinaza.	36
Grafica 3. Contenido de carbono en abono a base de Bovinaza.	36
Grafica 4. Comparación del contenido de carbono en los abonos.	36
Grafica 5. Contenido de materia orgánica en abono a base de equinaza	36
Grafica 6. Contenido de materia orgánica en abono a base de bovinaza	36
Grafica 7. Contenido de materia orgánica en abono de control	37
Grafica 8. . Comparación del contenido de materia orgánica en los abonos	37
Grafica 9. Curva del contenido de humedad en abono a base de Equinaza	39
Grafica 10. Curva del contenido de humedad en abono a base de Bovinaza	39
Grafica 11. Curva del contenido de humedad en abono de control	40
Grafica 12. Curva de comparación del contenido de humedad en los abonos	40
Grafica 13. Curva de contenido de cenizas en abono a base de Equinaza	40

Grafica 14. Curva de contenido de cenizas en abono a base de bovinaza	41
Grafica 15. Curva de contenido de cenizas en abono de control	41
Grafica 16. Comparación del contenido de cenizas en los abonos	41
Grafica 17. Curva del pH en abono a base de equinaza	43
Grafica 18. Curva del pH en abono a base de Bovinaza	43
Grafica 19. Curva de pH en abono de control	43
Grafica 20. Curva de comparación de pH en los abonos	43
Grafica 21. Curva de calibración de los patrones para determinar el contenido fosfatos en los abonos	45
Grafica 22. Contenido de fosfatos en abono a base de equinaza	45
Grafica 23. Contenido de fosfatos en abono a base de bovinaza	45
Grafica 24. Contenido de fosfatos en abono de control (CENIVAM)	45
Grafica 25. Comparación del contenido de fosfatos en los abonos	45
Grafica 26. Curva de calibración de patrones para determinar el contenido de manganeso en los abonos	47
Grafica 27. Contenido de manganeso en abono a base de Equinaza	47
Grafica 28. Contenido de manganeso en abono a base de Bovinaza	47
Grafica 29. Contenido de manganeso en abono de control	48
Grafica 30. Comparación del contenido de manganeso en los abonos	48

Grafica 31. Curva de calibración de patrones para determinar el contenido de Zinc	49
Grafica 32. Contenido real de zinc en abono a base de equinaza	49
Grafica 33. Contenido de zinc en abono a base de bovinaza	50
Grafica 34. Contenido de zinc en abono de control	50
Grafica 35. Comparación del contenido de zinc en los abonos	50
Grafica 36. Curva de calibración de los patrones magnesi	52
Grafica 37. Contenido de magnesio en abono a base de Bovinaza	52
Grafica 38. Contenido de magnesio en abono a base de Equinaza	52
Grafica 39. Comparación del contenido de magnesio en los abonos	53
Grafica 40. Curva de calibración de patrones para determinar el contenido de potasio en los abonos	54
Grafica 41. Contenido de potasio en abono a base de Equinaza	54
Grafica 42. Contenido de potasio en abono a base de Bovinaza	54
Grafica 43. Comparación del contenido de potasio en los abonos	55
Grafica 44. Contenido de nitrógeno en abono a base de equinaza	57
Grafica 45. Contenido de nitrógeno en abono a base de Bovinaza	57
Grafica 46. Contenido de nitrógeno en abono de control	57
Grafica 47. Comparación del contenido de nitrógeno en los abonos	57

Grafica 48. Evolución del mini cultivo de cilantro con respecto al tiempo en abono a base de equinaza	65
Grafica 49. Evolución del mini cultivo de cilantro con respecto al tiempo en abono a base de bovinaza	66
Grafica 50. Evolución del mini cultivo de cilantro con respecto al tiempo en abono de control	66
Grafica 51. Comparación de la evolución de los minis cultivos de cilantro en los abonos	66
Grafica 52. Comparación de la productividad de cosecha en los minis cultivos de cilantro en los abonos	67

RESUMEN

TITULO:

ELABORACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y COMPARACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS A BASE DE EQUINAZA Y BOVINAZA*

AUTOR:

ALVARO SANCHEZ ROMERO**

PALABRAS CLAVES:

Equinaza, Bovinaza, macros nutrientes, micros nutrientes, muestreo

DESCRIPCIÓN

Los propósitos de esta investigación fueron elaborar abonos orgánicos a base de bovinaza y equinaza, haciendo un minucioso análisis cuantitativo periódico de los diferentes nutrientes. Se esperaba una mayor proporción de macros y micros nutrientes en el mejor de los abonos. Macros nutrientes como K, P, N y micros nutrientes como Mn, Mg, y Zn. Además, pH, materia orgánica y carbono, humedad y cenizas, temperatura y producción de la cosecha en los minis cultivos.

Se empleó un Sistema abierto de compostaje tipo tumulto con paleo donde la temperatura y la humedad dependieron de la altura del tumulto que alcanzó un máximo de 40 cm. Entonces, la temperatura no llegó al tope de 70 °C. La humedad osciló dentro de los rangos establecidos. El pH evolucionó sin ninguna preocupación ya que la población microbiana no llegó a la muerte por acidez o basicidad.

En los abonos a base de equinaza y de bovinaza la cantidad de materia orgánica como se esperaba fue mayor que en el abono de control. El bovino presenta cierta ventaja frente al equino al tener cuatro estómagos que facilitan un mayor catabolismo de los nutrientes adquiridos en el pasto.

Los nutrientes los dos abonos estuvieron en todo momento por encima del abono de control a excepción de la cantidad de fosfatos y manganeso.

Se concluye al final que el mejor abono de los analizados es aquel a base de bovinaza ya que fue mayor la producción en las cosechas en los suelos abonados con este.

Se dan además una serie de observaciones y recomendaciones para la fácil reproducibilidad de las técnicas empleadas y para optimizar los resultados obtenidos en este proyecto llevando a una mejor viabilidad y factibilidad.

* Trabajo de Grado

* Facultad de Ciencias. Escuela de Química. Director: Nelson Gualdrón Parra. Químico. Esp. en Química Ambiental

SUMMARY

TITLE:

DEVELOPMENT, AND CHARACTERIZATION COMPARISON OF ORGANIC FERTILIZERS BASED EQUINAZA And BOVINAZA*

AUTHOR:

Alvaro Sánchez Romero**

KEY WORDS:

Equinaza, Bovinaza, macro nutrients, micro nutrients, sampling

DESCRIPTION

The intentions of this investigation were to prepare organic fertilizers by means of bovinase and kinase making a meticulous quantitative periodic analysis of the different nutrients. The goals were fixed a major proportion was expected of macro and micro nutrients in the best of the fertilizers. Macros nutrients how K, P, N and micros nutrients how Mn, Mg, and Zn. Also, pH, organic matter and carbon, moisture and ashes, temperature and production of the crop in the mini cultures.

Type used an open System of composting tumult with sholves where the temperature and the moisture depended on the height of the tumult that reached a maximum of 40 cm. Then, the temperature did not come to the ceiling of 70 °C. The moisture ranged inside the established status. The pH evolved without any worry since the population microbial didn't come to the death for acidity or basicity.

In the fertilizers by means of kinase and of bovinase the quantity of organic matter as was hoping that it was major than in the fertilizer of control. The bovine one presents certain advantage opposite to the equine one on having had four stomachs that facilitate a major catabolism of the nutrients acquired in the grassland.

The nutrients of the two fertilizers were all times over the fertilizer of control with the exception of the quantity of fosfates and manganese.

One concludes in the end that the best fertilizer of the analyzed ones is that one by means of bovinaza since the production was major in the crops in the soils paid with this one.

There happen also a series of remarks and recommendations for the easy reproducibility of the used skills and to optimize the results obtained in this project leading to a better viability and practicality.

* Working Grade

** Faculty of Science. School of Chemistry. Director: Nelson Gualdrón Parra. Chemist. Th. In Environmental Chemistry

INTRODUCCIÓN

A pesar de que los abonos orgánicos se han utilizado desde la antigüedad han sido reemplazados por fertilizantes sintéticos, pero con el auge de la agricultura biológica han vuelto a recobrar importancia. Sin embargo, en nuestro país han sido pocos los trabajos realizados que se han dado a conocer con referencia a este tema. No obstante, una de las corporaciones más interesadas en promover la elaboración y utilización de los abonos orgánicos en la agricultura ha sido CORPOICA, que ha creado abonos combinando bovinaza, gallinaza, y lombricompostaje.

Teniendo en cuenta la crisis socioeconómica del país especialmente por la que atraviesan los campesinos y los pequeños agricultores, ha surgido la idea de elaborar un abono orgánico con el fin de mejorar la calidad de vida de los mismos y de los consumidores; los primeros se verían beneficiados debido a que el abono a elaborar puede ser asequible gracias a su bajo costo, puesto que la materia prima a utilizar puede ser adquirida fácilmente. De un modo similar, los consumidores se ven favorecidos porque los productos a obtener serán libres de contaminantes, tendrán un menor precio y estarán constituidos por una cantidad considerable de nutrientes comparables con los fertilizantes químicos que tienen un alto contenido de estos.

La fabricación de un abono orgánico a base de estiércol, ha surgido de la necesidad de reemplazar los fertilizantes químicos, dado a que el uso desmedido de estos últimos en la agricultura han traído consigo la esterilización del suelo debido a la degradación exhaustiva y deficiencia de nutrientes tales como el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio.

Una solución a esta problemática se da compostando el estiércol con otros desechos de material orgánico para obtener un abono de buena calidad rico en materia orgánica, de tal manera que por medio de la descomposición de ésta en el suelo se liberen poco a poco nutrientes que sean asimilables por las plantas; así mismo, las sustancias orgánicas encontradas en el abono mejorarán la estructura del suelo permitiendo su recuperación para cultivos posteriores.

Los propósitos de este trabajo de investigación son elaborar abonos orgánicos a base de bovinaza y equinaza, que serán caracterizados haciendo un análisis cuantitativo periódico de los diferentes nutrientes que lo constituyen. Además, se pretende optimizar los diferentes abonos fabricados regulando parámetros como pH y temperatura. Finalmente se compararán entre ellos sus eficiencias con base en el desarrollo de mini cultivos de hortalizas (rábano, tomate y cilantro) y otros cultivos para coger

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La idea de elaborar un abono orgánico rico en nutrientes ha surgido de la necesidad de sustituir los fertilizantes químicos, debido a que el uso desmedido y continuo de estos abonos sintéticos en la agricultura que ha traído consigo la degradación y empobrecimiento a largo plazo de los nutrientes de los suelos tales como fósforo, nitrógeno y potasio, originando problemas de fertilidad de los mismos debido a la disminución en el contenido de estos macro nutrientes.

Respecto a lo mencionado, se suma que los fertilizantes químicos se han convertido en fuentes de contaminación tanto para el medio ambiente como para los consumidores de productos obtenidos de sembradíos en los que fueron utilizados algún tipo de fertilizantes químicos, y al final quedan suelos improproductivos o con poca fertilidad.

Un problema ambiental originado por el abuso de los fertilizantes es la eutrofización de las aguas naturales presentada por la lixiviación de nutrientes en especial de nitratos y por la erosión de los suelos. Las aguas eutrificadas presentan un exceso de nutrientes, además, en ellas existe una gran cantidad de vida vegetal microscópica (como algas y cianobacterias tóxicas), etc. Lo anterior conduce a que el agua adquiera sabor y olores desagradables, así mismo, a que sean no aptas para los peces debido al crecimiento excesivo de vegetación trayendo consigo el agotamiento del oxígeno.

Cuando el hombre ingiere o inhala en altas cantidades fertilizantes nitrogenados comunes que tienen como componentes nitratos amoniacales, sulfonados, potásicos y cálcicos, puede sufrir intoxicaciones, enfermedades como desordenes en el sistema digestivo y respiratorio, y malformaciones genéticas.

Con la elaboración del abono orgánico, se busca disminuir la problemática ambiental utilizando materia orgánica residual en la producción de los abonos y reemplazando los fertilizantes químicos por los abonos elaborados. Además, beneficiar a pequeños agricultores que cuentan con pocos recursos económicos para acceder a los fertilizantes químicos que se encuentran en el mercado y son de alto costo.

2. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad la elaboración de abonos orgánicos ha nacido como una opción para reemplazar los fertilizantes químicos, por que son ecológicamente seguros y económicamente asequibles. Con la utilización de abonos ricos en materia orgánica se puede ayudar a eliminar la contaminación ambiental y aumentar la capacidad de absorción de elementos nutritivos que tienen los suelos, debido al crecimiento de la población microbiana encargada de la descomposición de residuos orgánicos liberando así minerales, transformando elementos no disponibles en disponibles, además de acrecentar la fijación del nitrógeno atmosférico al suelo, de esta forma pueden ser recuperados suelos degradados y aumentar la fertilidad de los mismos.

Cabe destacar también que el empleo de productos libres de fertilizantes químicos en la agricultura conlleva a la obtención de alimentos sin contaminantes, producidos con un menor costo siendo conveniente tanto para productores como para consumidores.

En general con la elaboración y utilización de los abonos orgánicos se persigue generar alimentos libres de contaminantes protegiendo el medio ambiente, mejorando la calidad de vida del hombre, impulsando la conservación del suelo, el agua y la biosfera.

3. VIABILIDAD

La materia prima que va a ser utilizada en la elaboración de los abonos orgánicos es asequible y de bajo costo, los ramos de hojas y tallos son provenientes de tala de jardines y de cortes del césped, mientras que la equinaza y bovinaza se conseguirá de fincas, parcelas o hatos donde el campesino pueda obtenerlos con facilidad.

Además, las técnicas a emplear en la caracterización de los macro nutrientes y micro nutrientes contenidos en los abonos, son de fácil reproducibilidad ya que están clasificados como métodos corrientes. Por otro lado, para el monitoreo de parámetros como la temperatura y el pH, que se realizará a lo largo del proceso, se empleará una metodología de baja complejidad. Todos los procesos y análisis a realizar tanto en la elaboración, caracterización y optimización de los abonos requerirán aproximadamente un año.

4. HIPÓTESIS

Este proyecto tiene como propósito argumentar las especulaciones y afirmaciones dadas por los campesinos, por las personas y entidades interesadas en el tema, sobre la veracidad de la efectividad sobre los cultivos de los abonos orgánicos frente a los suelos no abonados y suelos elaboración.

Basados en estos argumentos presentados por el campesinado; personal competente e idóneo en esta área puede preparar un suelo abonado mas efectivo y con mayor calidad tan efectivo como los suelos abonados con fertilizantes corrientes. No obstante, esto dependerá de las condiciones en que se lleve a cabo el proceso. Por ejemplo: un apropiado método para la elaboración del abono, la humedad, el arado, el desyerbado, el pH, entre otros. Por otro lado, se esperaba que entre los abonos orgánicos el realizado a base de bovinaza sea el mas efectivo.

Una vez fijadas las metas se deseaba de igual forma una mayor proporción de macro y micro nutrientes en el mejor de los abonos esperado, para este caso el ya mencionado anteriormente. Los macros nutrientes a analizar en este proyecto serán K, P, N y los micros nutrientes a analizar son, Mn, Mg, y Zn.

5. ANTECEDENTES

Actualmente, la agricultura biológica ha tomado fuerza y con su reaparición ha surgido la necesidad de reemplazar el uso de fertilizantes químicos y pesticida en los cultivos, en consecuencia se ha recurrido a la elaboración y utilización de abonos orgánicos.

La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA Regional 7 con sede en Bucaramanga, realizó estudios en el año 2003 sobre la elaboración, manejo e implementación de los abonos orgánicos y lombricompostaje en el cultivo de cacao.

El abono orgánico CORPOICA fue obtenido utilizando como materia prima gallinaza, bovinaza, pollinaza, tierra, cal, residuos vegetales y agua; finalmente el producto adquirido tuvo una composición de: 19 gramos de nitrógeno, 0.8g de fósforo, 5.7g de potasio, 6.0g de calcio, 2.2g de azufre y 1.4g de magnesio por cada kilogramo de abono, además, elementos menores como manganeso 0.038 gramos y 0.2g de zinc. Otra característica del compost obtenido es su pH, con un valor de 8.2.

El material logrado a partir del lombricompostaje por CORPOICA tiene las siguientes composiciones por cada kilogramo: 2.8 gramos de calcio, 1.0 gramos de magnesio, 20 gramos de nitrógeno, 0.61 gramos de fósforo, 2.02 gramos de potasio, 0.32 gramos de azufre. **(6)**

Por otro lado, en el trabajo de investigación “Evaluación de efectos ambientales de los fertilizantes químicos y orgánicos”, desarrollado por Edilsa Lancheros, se concluyó que el suelo queda más enriquecido después de cosechado con los abonos orgánicos en comparación con la utilización de fertilizantes químicos, sin perjudicar el medio ambiente. **(9)**

5.1 COMPOSTAJE EN PESCADOR, CAUCA: TECNOLOGÍA APROPIADA PARA EL MANEJO DE RESIDUOS ORGÁNICOS Y SU CONTRIBUCIÓN A LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS MEDIOAMBIENTALES

Se realizó este proyecto en el corregimiento de Pescado, Municipio de Caldoso departamento del Cauca, Colombia, con el objetivo hacer una revisión crítica, argumentada y soportada sobre la tecnología del compostaje en dicho municipio.

Los resultados obtenidos hacen referencia a la cuantificación de los residuos generados en cada uno de los sistemas de producción, las épocas de generación, el destino, usos y la cuantificación de las proporciones de residuos y sustratos generados más comunes en un sistema de compostaje a base de café, frijol, maíz, yuca, plátano, entre otros.

La cascarilla de yuca, uno de estos residuos, aportó una variedad de microorganismos y nutrientes, al compostaje, viéndose reflejado en el menor tiempo de estabilización y al contenido de nitrógeno (1.22 y 1.41 %). En el análisis químico de los compost se observaron diferencias significativas para los contenidos de carbono y magnesio, y para los contenidos de nitrógeno, fósforo y calcio ($p < 0.05$) y ($p < 0.001$), respectivamente.

Materiales estructurales en el proceso

La siguiente sección extraída del trabajo realizado en el corregimiento de pescador es para mostrar cuales fueron los materiales usados con los cuales se llevo a cabo el proceso.

Los materiales a mencionar tienen entre otras funciones incrementar la porosidad y la accesibilidad de oxígeno. Los materiales estructurales más frecuentes son paja, cascarilla de arroz y otra vegetación fibrosa, virutas y material inerte sintético. Entre los materiales estructurados más utilizados en el compostaje están:

La cascarilla de arroz. Mejora las características físicas tanto del suelo, y es una fuente rica en lignina y sílice (este último favorece a los vegetales del ataque de insectos y microorganismos). Aporta fósforo, potasio y corrige la acidez del suelo.

Pulpa de café. Rica en nitrógeno y potasio, cerca de 3 y 4 % respectivamente en base seca es un material óptimo. Es alta en azúcares, agua, fuentes de carbono.

La cachaza. Alto contenido de azúcares y fósforo y un buen pH, La cachaza posee alto porcentaje de ceras, grasa, celulosa y lignina.

Bagazo. Subproducto estructural de la caña de azúcar generado después de la molienda y posterior extracción del jugo azucarado al igual que la anterior.

El bagazo presenta una elevada relación C/N; muy eficiente para el suministro de potasio a las plantas, aunque necesita un tiempo para su transformación en el suelo.

MANEJO DE BIOSOLIDOS DERIVADOS DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL MUNICIPIO DE PALMIRA, VALLE DEL CAUCA.

Este trabajo se realizó en el año 2003 en la localidad de Palmira, en el lote de cultivo de la Universidad Nacional – Sede Palmira en el departamento del valle del Cauca por el centro de investigación de agricultura tropical, CIAT. Este proyecto surgió por la preocupación generada por la mala disposición del biosólido derivado del tratamiento de aguas residuales domésticas del reactor anaerobio en flujo ascendente.

Los materiales empleados fueron biosólido (3.4 Ton), cachaza (2 Ton) y viruta de madera (0.6 Ton); estos dos últimos sirven como agente enmienda y agente ligante respectivamente. Con estos materiales se montaron 6 unidades experimentales de una tonelada cubiertas con plástico negro calibre 6.

Se realizaron 2 tratamientos con una repetición cada uno y con todos los materiales mencionados, también se hizo un tratamiento testigo igualmente con una repetición y sin cachaza.

Tratamiento	Biosolido		Cachaza		Viruta de madera	
	Kg	%	Kg	%	Kg	%
T1	500	50	400	40	100	10
T2	300	30	600	60	100	10
T3	900	90	-	-	100	10
Total	1700	170	1000	100	300	30

Estructura y composición de los diferentes tratamientos

Las variables que se monitorearon en el proceso de compostaje fueron la temperatura, el pH, y el porcentaje de humedad, mientras que las variables de respuesta fueron la materia orgánica, el carbono orgánico, nitrógeno, fósforo, potasio, y la relación C/N.

Luego de finalizar el proceso de compostaje se realizó el balance de masa y esta información mostró que la producción de compost del tratamiento1 presentó la mayor eficiencia, mientras que el tratamiento 3 fue el más ineficiente con un alto porcentaje de residuos debido a que no se alcanzó a degradar totalmente. Se debe señalar que este tratamiento no se le adicionó cachaza.

Ítem	Tratamiento1		Tratamiento2		Tratamiento3	
	Prom(Kg)	%	Prom(Kg)	%	Prom(Kg)	%
Compost	500	56	420	47	210	23

Residuo	150	17	180	20	296	33
Perdidas	250	27	300	33	394	44
Total	900	100	900	100	900	100

Balance de masa del proceso de compostaje.

EVALUACIÓN DE TÉCNICAS DE COMPOSTAJE PARA EL MANEJO DE RESIDUOS INDUSTRIALES DE PALMA DE ACEITE.

El ensayo se realizó entre los años 1994 y 1995, en la plantación de Palmeras de la vereda la Castañeda, municipio de San Martín, Departamento del Meta. El sistema de compostaje utilizado fue el de tipo "abierto". Se diseñaron pilas de 1.5 m de altura con capas de basura, estiércoles de animales, paja, hojas y lodos.

En esta investigación se utilizaron tres factores de estudio con dos modalidades cada uno. Factor A: Raquis Fraccionado y Raquis Entero (RF-RE), Factor B: Bovinaza- Fosfato Diamónico (BOV-DAP), Factor C: con cubierta plástica y sin cubierta plástica (CC-SC).

Los tres factores se combinaron dando lugar a 8 tratamientos. Se sumaron 2 tratamientos adicionales con solamente raquis entero, donde a uno se le realizó volteo y al otro no. Se utilizó además del Raquis otros residuos como fibra, cascarilla o afrecho, foliolos de frondas de palma. Para prevenir la proliferación de insectos se cubrió las pilas con pasto seco, también se utilizó cal para estabilizar el pH.

Los tratamientos con adición de Bovinaza presentaron mayores promedios de temperatura estilizándose más rápido que las pilas donde se utiliza el Fosfato Diamónico-DAP. Los tratamientos adicionales no presentan un comportamiento típico de temperatura en el proceso de compostaje. En el análisis químico, los tratamientos adicionales (solamente con Raquis entero) presentaron niveles bajos de calcio, magnesio, potasio y fósforo en comparación con los otros tratamientos. El empleo de la cubierta plástica favoreció el contenido de Calcio, magnesio y potasio frente al no empleo de esta.

COMPOSTAJE DE BASURAS COMO FUENTE DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA COMPARADO CON FERTILIZANTE QUÍMICO.

En el año 1971 en la Estación Experimental La Platina en Santiago de Cali en el departamento del Valle del Cauca se realizó una exhaustiva comparación entre abonadura orgánica y mineral, en un ensayo de rotación

trigo, frijol a igualdad de unidades de fertilizantes aplicadas en terrenos no abonados ni fertilizados con anterioridad. El material orgánico elegido fue el compostaje de basura.

El compost fue preparado con basura de la Municipalidad de la comuna de la granja, a comienzo de cada año. Anualmente se obtenía una muestra de compost tamizada para determinar el contenido de humedad, nitrógeno total, fósforo total y potasio total.

El experimento consistió de dos dosis de nitrógeno (200 Y 400 Kg./ha anuales) que proceden de diferentes fuentes una orgánica (compost de basura) y otra inorgánica (urea).

Los cultivos de la rotación se escogieron de manera de tener dos cultivos hortícolas en el año, uno de invierno y otro de verano. Los cultivos fueron tomate, lechuga, maíz, rábano, frijol verde, espinaca, repollo, y remolacha. Para el análisis del suelo se midieron: Materia orgánica, pH, conductividad, nitrógeno disponible, fósforo y potasio intercambiable. El contenido de nitrógeno aumentó en el tratamiento con urea cuando la dosis fue de 400 Kg./ha. Mientras que para los demás tratamientos los niveles de nitrógeno se conservaron. Con respecto a la materia orgánica y potasio disponible sus contenidos se incrementaron cuando se utilizó compost de basura. En cuanto al rendimiento, la mayoría de los cultivos dieron alta respuesta a la fuente nitrogenada, la dosis alta de Nitrógeno (400Kg./ha) fue siempre superior a la dosis baja (200Kg./ha), con excepción del rabanito.

Se concluye entonces que el efecto acumulativo de los materiales orgánicos no se manifiesta después de 4 años de uso continuo de este material, periodo en el cual siempre se ha mantenido superioridad del fertilizante mineral que para este caso fue la urea.

La gallinaza es el residuo que mas se usa para preparar el compost (93%), seguido de la pulpa de café y la cal agrícola (79%). Sin embargo, miel de purga, desechos de cocina, levadura, tierra, bovinaza, cascarilla de frijol, ceniza, cascarilla de yuca y residuos de jardín, son también tenidos en cuenta (25-68% de los productores). Otros residuos como mantillo de bosque, cascarilla de maíz y bagazo de caña son así mismo usados, pero por pocos productores (9%).

La gallinaza, cal agrícola, miel de purga y levadura son sustratos utilizados que contienen una combinación de microorganismos y nutrientes desarrollada para acelerar la descomposición y enriquecer el producto final. Estos aditivos también aumentan los niveles de nitrógeno, fósforo y potasio del compost, lo que da un producto final de mejor calidad. El uso de este tipo de residuos enriquece la vida bacteriana. Con el uso de cal se pasterizan los restos

orgánicos que pueden estar contaminados y además regula la acidez que se presenta durante todo el proceso de fermentación.

La siguiente es una descripción de cómo se llevó a cabo la elaboración de la pila de compost; esta es un tanto diferente a la realizada en el trabajo a describir la cual centra su interés en las proporciones de los materiales y no en la descripción detallada de cómo se distribuyeron los materiales y los residuos, además emplearon cal y miel de purga material no empleado en el caso de su servidor.

De acuerdo a la información suministrada, la gallinaza y la pulpa de café generalmente ocupan un 20 – 40 % (en peso) de la pila de compostaje de los productores. En general, los productores creen necesario utilizar cal agrícola y miel de purga, y tales residuos ocupan (< 5 %) de la pila. Los residuos de cocina son utilizados en una proporción en que va de 0 a 10 %. La bovinaza presenta la mayor variación en las proporciones utilizadas (0 a 40 %). Son pocos los productores que usan residuos de jardín y levadura (0 a 5 %). El resto de los residuos no son muy usados por los productores.

Los siguientes fueron los resultados obtenidos en dicha investigación y se extrae tal cual para no omitir detalles:

Contenido de carbono

El análisis de varianza muestra diferencias significativas para contenidos de carbono entre compost; sin embargo, los sistemas de compostaje presentaron niveles adecuados (entre el 23 % y 29 %).

La cantidad de carbono no es constante en un proceso de compostaje, pues varía bastante con el tiempo, en especial si no ha sufrido un buen período de madurez. A medida que avanza un proceso de compostaje, el porcentaje de carbono disminuye, puesto que la mineralización conlleva a la desaparición de las formas más lábiles de éste.

Sin embargo la materia orgánica que queda al final del proceso es mas policondensada y, por tanto, más favorable desde el punto de vista de formación de humus.

Contenidos de N-P-K

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas entre los compost en dichos contenidos. La fuente orgánica presentó los valores mas altos de N, P y K (3.35%) y la fuente inorgánica presentó los valores más

bajos (2.84). Ninguno de los sistemas de compostaje analizados alcanzaron valores superiores a 3.4%.

Los contenidos de K, ostentan valores entre 1 y 1.5% para los sistemas de compostaje en su etapa inicial; siendo estos relativamente bajos teniendo en cuenta que pueden disminuir en su etapa final o durante el proceso de estabilización. Según algunos autores consultados, los valores adecuados para un compost completamente estabilizado (Etapa final) deben estar entre 1 y 1.5% y se esperaría que al final del proceso para los compost evaluados, el contenido de K este por debajo de 1.

Contenidos de Ca y Mg

Los compost presentaron diferencias altamente significativas ($p < 001$) para el Ca y diferencias significativas ($p < 0.05$) para el Mg. Los valores mas altos en contenido de magnesio y calcio fueron 1.3 % Y 4.73%, respectivamente. Estos altos contenidos de bases intercambiables en el compost están aparentemente relacionados con las proporciones de cal dolomita agregada a la pila, y el uso adicional de sulfato de magnesio agrícola (0.8%) y calfomag un tipo de fertilizante (1.3%).

Cabe resaltar que en un proceso de compostaje se produce un aumento en el porcentaje de cenizas y con él, el de todos los elementos contenidos en la fracción mineral tales como P, K, Ca, Mg y Na, aunque dichos elementos pueden disminuir en algunos casos.

Los contenidos de nutrientes para los compost analizados están por debajo de los límites establecidos para un compost maduro o comercialmente optimo. **(12)**

Para el presente trabajo se esperaba que al final del proceso los contenidos de nutrientes aumentaran pero según la literatura consultada esto no se daría, debido a que en el proceso, los contenidos disminuyen por la acción de los microorganismos que solubilizan y asimilan los nutrientes. Sin embargo se pueden considerar ampliamente como una enmienda orgánica (mejora la estructura del suelo), puesto que pueden aportar cantidades necesarias para la recuperación de un suelo escaso de ese nutriente.

5.2 APLICACIÓN Y EFECTO RESIDUAL DEL ESTIÉRCOL EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DEL BUFFEL (*Cenchrus ciliaris* c. v. Texas-4464) EN EL TRÓPICO SECO. En Colima, Colima, Mexico.

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de estiércol sobre el rendimiento del pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris* C.V. Texas, 4464) con

cuatro años de establecidos en la región Sur de Jalisco, México, donde se aplicaron los tratamientos bajo un diseño experimental completamente al azar, con cuatro repeticiones. Los tratamientos consistieron en aplicaciones anuales de tres niveles (10, 20 y 3 t/ha) de estiércol bovino (EB) y ovino (EO); además de un control sin aplicación y otro con aplicación de fertilización mineral de 100-50-00. Se midió el comportamiento productivo del pasto durante cuatro años de aplicación de tratamientos (Fase I) y tres posteriores sin aplicación (Fase II), también se realizaron análisis químicos del forraje y fisicoquímicos del suelo. Los cortes de forraje fueron dos por ciclo de lluvias cuando el pasto alcanzó el estado de Inicio de la floración.

Tipo y acción de los abonos orgánicos

En una descripción sobre abonos se consideraron cuatro tipos (estiércol, compost, purina y abono semilíquido), en el caso de estiércol se considera como un material más o menos desecho que puede obtenerse utilizando como cama algunos residuos vegetales distintos a la paja: aserrín, helechos, hojas, etc. El compost se considera como una mezcla de excrementos o estiércol con tierra y diversos residuos animales o vegetales tratados y mezclados. En el caso del purín que es la orina más o menos fermentada y el abono semilíquido es considerado como la mezcla de orina y de excrementos con cantidades escasas de residuos vegetales de otra clase en distintos grados de fermentación.

La aplicación del estiércol en terrenos debe hacerse en forma uniforme y nunca en líneas; en el caso de praderas y pastizales debe aplicarse superficialmente y ser incorporado con rastra, sobre todo cuando el estiércol es fino y está bien podrido, es conveniente realizar aplicaciones ligeras, uniformes y frecuentes. En ocasiones la aplicación de estiércol puede ser perjudicial, sobre todo si se incorpora al suelo en forma fresca y con alto contenido de paja. Esto provoca una disminución en la relación carbono-nitrógeno y establece una fuerte competencia entre los microorganismos del suelo y las plantas del cultivo. La elevación de la temperatura durante el proceso de pudrición puede incluso quemar las plantas.

Composición físico-química del suelo.

El pH mantuvo rangos de 7.4 a 7.6 en las dos fases del estudio, con niveles de 7.3 en el tratamiento testigo, fertilización mineral 10 y 20 t/ha de estiércol ovino, durante la fase de aplicación de tratamientos; mientras que durante las evaluaciones de efecto residual, el rango fue similar al observado en la primera fase. La saturación de agua (SA) del suelo presentó una tendencia a incrementar- se al aplicar altos niveles de abono. Sin embargo, este efecto no se presentó después de la aplicación de estiércol.

Se considera que el nitrógeno nítrico (NN) y el nitrógeno amoniacal (NA) fueron bajos en los tratamientos testigo, fertilización mineral y ambos estiércoles. Los valores promedio fueron de 26.6 ppm NN y 39.7 ppm NA durante la fase de aplicación, y disminuyeron a 18.5 ppm NN y 10.8 ppm NA en la siguiente fase respectivamente.

El potasio (K) y fósforo (P) fueron notablemente afectados por la aplicación de estiércol, con una tendencia positiva muy similar al incorporar la fertilización mineral y estiércol. En relación al contenido de P los valores fueron bajos en los tratamientos testigo, fertilización química y la aplicación de 10 t/ha de ambos estiércoles, presentando valores de 2.6 ppm, 3.8 ppm y 10.2 ppm en promedio respectivamente; lo cual contrasta con los altos contenidos con la aplicación de 20 y 30 t/ha de estiércol. La reducción de P en la segunda fase, fue muy significativa en todos los tratamientos, se redujo en 10.9 ppm en promedio. Al inicio del estudio, el suelo presentó un contenido alto de K, observándose un incremento lineal con la aplicación de estiércol.

El tratamiento testigo y la fertilización química presentaron contenidos de 183.3 ppm y 229.6 ppm respectivamente, sin embargo, aun así, con la aplicación de estiércol se incrementó hasta un 82 1.3 ppm. En la segunda fase, se observó una reducción de un 50% en el contenido de K, en todos los tratamientos. Los niveles de materia orgánica (MO) del suelo fueron bajos en los tratamientos testigo, fertilización mineral y niveles bajos de estiércol, con variaciones de 1.3% a 2.2%; Sin embargo, la aplicación de 30 t/ha de estiércol ovino propició contenidos altos de MO de 2.37%. Durante la evaluación del efecto residual, se presentaron contenidos de MO más bajos en todos los tratamientos, con variaciones de 1.0% a 2.0%.

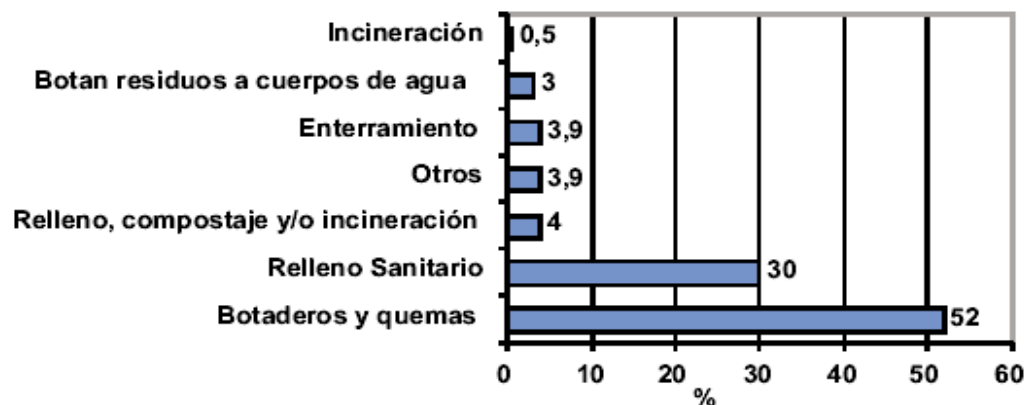
La aplicación de los tratamientos solo se correlacionó positivamente ($P < 0.01$) con el contenido de fósforo y de potasio del suelo en la fase 1; durante este periodo, la saturación por agua estuvo relacionada positivamente con el pH, nitrógeno amoniacal, fósforo y materia orgánica. La relación con el fósforo en la fase II fue negativa ($P > 0.05$). Además, el fósforo se correlacionó con el rendimiento de forraje seco y con la materia orgánica en ambas fases. **(7)**

6. MARCO TEÓRICO

La utilización de los abonos orgánicos y fertilizantes químicos, ha surgido de la necesidad de obtener una mayor producción en las actividades agrícolas. A continuación se hará una descripción sobre ellos.

Manejo de biosólidos en la mayoría de los municipios de Colombia.

La Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios presentó un estudio en el 2002 sobre la disposición final de los residuos sólidos en los 1086 municipios de Colombia. (Ver la figura) el cual representa las formas de disposición de los residuos sólidos en el país y los porcentajes para cada una, incluyendo el compostaje como alternativa usada como bajo promedio de uso.



Disposición final de Residuos sólidos en los 1086 Municipios de Colombia.
Fuente: (Revista Lasallista de Investigación - Vol. 1 – No 1) (13)

6.1 Abonos Orgánicos y Compostaje

Aunque los abonos orgánicos no tienen resultados tan rápidos como los fertilizantes químicos en la agricultura, a largo plazo acrecientan la fertilidad de los suelos. Con la utilización de los abonos orgánicos se puede elevar el contenido de materia orgánica del suelo y mejorar su estructura, ya sea aumentando la compactación de los suelos arenosos o por el contrario disminuyendo la compactibilidad de los arcillosos. De esta forma, se acrecienta la capacidad de absorción de agua en las tierras, reteniéndose el agua útil para las plantas y facilitando la salida del agua en exceso, permitiendo así un mejor desarrollo de los sembradíos.

Tipo y acción de los abonos orgánicos

En una descripción sobre abonos se consideraron cuatro tipos (estiércol, compost, purina y abono semilíquido), en el caso de estiércol se considera como un material más o menos desecho que puede obtenerse utilizando como cama algunos residuos vegetales distintos a la paja: aserrín, helechos, hojas, etc. El compost se considera como una mezcla de excrementos o estiércol con tierra y diversos residuos animales o vegetales tratados y mezclados. En el caso del purín que es la orina más o menos fermentada y el abono semilíquido es considerado como la mezcla de orina y de excrementos con cantidades escasas de residuos vegetales de otra clase en distintos grados de fermentación. En la actualidad, los abonos orgánicos se clasifican en:

Tipo de abono	Residuos	vegetal	Excretas de animales
Materia prima	Cosecha, alcantarilla, post-extracción de aceite comestible y procesamiento de productos animales	excretas de animal en pastos, compost común y de setas, Abono verde	Bovino, porcino, Gallina y otros

(7)

El compostaje es un proceso de descomposición biológica de residuos orgánicos (estiércol, hojas) que son transformados en compuestos ricos en materia orgánica y minerales conocidos como compost o abonos orgánicos, cuando estos últimos son de buena calidad se caracterizan por tener una textura de pasta color café oscuro, con un agradable olor a tierra mojada.

Existen factores determinantes en el compostaje como:

- La temperatura. El proceso de compostaje inicia con la etapa mesofílica con temperaturas que se encuentra en el rango de 25°C - 40°C; cuando la temperatura alcanza valores entre 45°C - 70°C la fase del proceso es termofílica. De estas dos fases la más determinante es la segunda, en la cual se destruyen organismos patógenos, huevos y larvas de insectos. Es necesario evitar valores superiores a 70°C porque se iniciaría un proceso de ignición en el que se empobrece la materia orgánica.
- La humedad. Al comenzar el proceso se necesita una humedad relativamente alta entre el 30 a 70%, ya que las poblaciones microbianas desarrolladas en los suelos requieren de agua para la formación de su biomasa.

Sin embargo, a medida que evoluciona la descomposición la humedad debe ser más baja.

- La aireación. Para que el proceso se desarrolle en forma aeróbica, los microorganismos deben disponer de oxígeno suficiente, esto puede lograrse con volteos.
- Los patógenos: son causantes de enfermedades y pueden pertenecer a cualquiera de las clases de microorganismos. (Bacterias, hongos, virus, rickettsias y protozoos). El diseño de un proceso de compostaje debe tener en cuenta la destrucción de patógenos, ya que la presencia de ellos afecta los cambios normales de temperatura.

Estos organismos prefieren temperaturas por debajo de los 42 °C; Cuando el proceso de compostaje funciona correctamente se pone de manifiesto que la mayoría de los organismos patógenos mueren cuando se exponen todas las partes de la pila a temperaturas de 55 °C.

La siguiente tabla es uno de los resultados de dicho trabajo y se ilustra para afirmar lo mencionado anteriormente.

Micro-organismos	<i>Salmonera S</i>	<i>Shigella s</i>	<i>Escherichi a coli</i>	<i>Áscaris lumbricoides</i>	<i>Aspergillus fumigatus</i>	<i>Leptospira philadelphia</i>	<i>Micro Bacterium tuberculosis</i>	<i>Streptococci pyogenes</i>
Observación de supervivencia	Muerte dentro de una hora a 55 °C y dentro de 15 a 20 minutos a 60 °C	Muerte dentro de una hora a 55 °C	La mayoría muere dentro de 1 hora a 55°C	Mueren en menor tiempo De 1 hora a 1 hora por encima de 50 °C	Destruídos a 49°C	2 días	14 días	Muere dentro de minutos a 54

Relación de microorganismos, temperatura y tiempo de exposición necesarios para la destrucción de algunos patógenos y parásitos comunes durante el compostaje.

Fuente: adaptada de Luque, 1997 y Thobanoglous et al., 1994. **(13)**

Compostaje y su evolución

6.2 Sistemas de compostaje

Los sistemas de compostaje pueden clasificarse como:

6.2.1 Sistemas abiertos.

Son aquellos en los cuales la materia prima se dispone en pilas que pueden estar al aire libre o cubiertas. Entre estos tenemos:

- Apilamiento estático. No emplea la remoción del material en descomposición de ningún tipo.

- Con aireación por succión (Sistema Beltsville). Sin volteos; es el que necesita mayor tiempo de fermentación.
- Con aire espirado en conjunción con el control de la temperatura (Sistema Rutgers).
- Ventilación alterna y control de temperatura
- Apilamiento con volteo. En este la temperatura y la humedad del sistema compostado en pila dependen directamente de la altura que alcance.
- Apilamiento con ventilación forzada. Emplea maquinaria especializada de tuberías o canales para administrar ventilación.

6.2.2 Sistemas cerrados

Son sistemas equipados que constan de partes diseñadas especialmente para reducir el tamaño de la materia prima y mezclarlas para el compostaje. A llevar a cabo. Entre estos tenemos:

Reactores verticales.

- Continuos. Aquí el material compostable se encuentra en masa única y se tiene control de la temperatura, aireación y características de los gases. El compostaje emplea un tiempo de dos semanas aproximadamente.
- Discontinuos. Reactores divididos en varios niveles de altura, donde la masa se voltea en la parte superior descendiendo al siguiente nivel según su madurez. El tiempo de fermentación es de una semana.

Reactores horizontales.

- Estáticos. Tiempo de compostaje de 15 a 30 días. El producto requiere un compostaje posterior.
- Dinámico. Sistema cilíndrico rotatorio donde los residuos permanecen en el reactor de 24 a 36 horas. El material es compostado posteriormente en pilas o reactores.

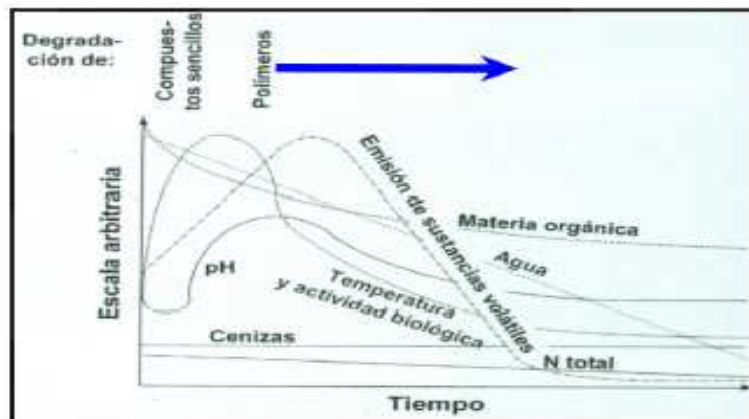
La evolución del compostaje se da en cuatro etapas que siguen el orden: mesofílica, termofílica, de enfriamiento y de maduración. En las fases mesofílica y termofílica se libera CO_2 y H_2O disminuyendo el contenido de carbono en el compostable y aumentándose el porcentaje de minerales, aunque este último incremento se hace más elevado en la segunda etapa. En la primera fase los microorganismos mesófilos (bacterias y hongos) degradan azúcares, almidones y proteínas, obteniendo energía para multiplicarse y llevar a cabo su actividad descomponedora, calentando la materia compostable. En esta etapa mesofílica hay abundancia de nitrógeno NH_4^+ que predomina sobre la forma NO_3^- .

En la fase termofílica la población microbiana (bacterias, Actinomicetos y hongos termofílicos) descomponen moléculas más difíciles como la celulosa, la hemicelulosa, la lignina, ceras, grasas, aceites y resinas; la actividad de los microorganismos es máxima, elevándose la temperatura; sigue el dominio de NH_4^+ sobre la forma NO_3^- . Sin embargo, el nitrógeno amoniacal (NH_4^+) de la cadena proteínica, aminoácidos, aminos, amonio puede perderse a la atmósfera antes de pasar a nitrógeno NO_3^- . En esta etapa hay formación de fitotoxinas, pero aun así es trascendente porque se eliminan organismos patógenos al hombre o a las plantas de los cultivos.

En la tercera etapa correspondiente al enfriamiento, se reduce la población microbiana y dominan las bacterias mesofílicas. Se descomponen los materiales más resistentes y las fitotoxinas (como ácidos orgánicos ejemplo el acético). Prima la formación de nitratos sobre la forma amoniacal. Los nitratos y la abundancia de potasio en solución aumentan la salinidad. En esta fase el pH es cercano a 7.0.

La etapa final del proceso de compostaje es la de maduración, aumenta la porción mineral y nitratos, disminuye el contenido el porcentaje de carbono, se libera CO_2 y NH_4 . Se aumenta la población de Actinomicetos, responsables del olor de tierra fresca. **(6)**

El siguiente dibujo describe todo lo mencionado anteriormente en las etapas:



Proceso y evolución del compostaje

Fuente: Mustin, 1987 y Day et al, 1998; Tomado de Soto, 2003 **(12)**

6.3 Otros parámetros de control y afectación del proceso

Los factores que afectan dicho proceso están íntimamente relacionados con parámetros como la naturaleza de los desechos orgánicos y/o con sus condiciones de desarrollo de la población microbiana. Este último parámetro afecta al proceso porque durante la transformación de la materia orgánica los

microorganismos requieren condiciones ambientales óptimas en cada una de sus fases.

6.3.1 Relación C / N

La relación C/N es el factor ambiental más importante en un proceso de compostaje y debe controlarse para asegurar una fermentación correcta siendo este uno de los parámetros que mejor indica la maduración del compost. El proceso de compostaje depende de la acción de los microorganismos que requieren de una fuente de carbono que les proporcione energía y material para nuevas células junto a un suministro de nitrógeno para proteínas celulares.

Se considera que si hay suficiente nitrógeno disponible en la materia orgánica original, la mayoría de los otros nutrientes estarán también disponibles en cantidades adecuadas.

La relación C/N inicial óptima esta comprendida entre 25 y 30, y esta relación se hace cada vez menor con el tiempo de compostaje debido a la transformación de la materia orgánica y al desprendimiento de carbono en forma de CO₂.

Si la relación C/N es muy baja se producen perdidas de nitrógeno por volatilización de amoníaco, mientras que cuando los valores son muy elevados la disponibilidad del nitrógeno es baja, repercutiendo en un descenso de la actividad orgánica lo cual alargaría considerablemente el proceso de compostación.

6.3.2 Microbiología del compostaje

El proceso de compostaje está gobernado por la acción de microorganismos aerobios facultativos y obligados, mesófilos y termófilos, según la temperatura dominante. Hasta ahora, han sido estudiadas mas de 70 especies de microorganismos destacándose los grupos de, actinomicetos termófilos, bacterias mesófilas y termófilas, y hongos mesófilos y termófilos, degradando compuestos como hemicelulosa, celulosa, proteínas y carbohidratos las bacterias descomponen fundamentalmente los carbohidratos y las proteínas (10 % de la descomposición) mientras que los hongos y los actinomicetos (del 15-30% de la descomposición) actúan preferencialmente sobre celulosas y hemicelulosas.

El número de microorganismos no debe ser un factor limitante para el proceso, ya que los organismos autóctonos se multiplican a gran velocidad. La naturaleza y número de microorganismos presentes en cada etapa dependen del material inicial, de las condiciones en las que se mantenga la masa a compostar y del sistema utilizado.

La pila de compost definitivamente es una interacción entre microorganismos y macroorganismos que efectúan su trabajo sobre los residuos compostables. Las bacterias y los hongos comienzan el proceso de descomposición de la materia orgánica, y a medida que avanza el proceso se unen los actinomicetos, y luego mirápodos, insectos y gusanos de tierra. Se han identificado otra serie de organismos de relativa importancia en el proceso, en especial en la etapa mesofílica, como protozoarios, nematodos, hormigas, lombrices y ácaros.

El compost contiene hasta al final de proceso de descomposición una enorme población de microorganismos y algunos macroorganismos. Los macroorganismos son pequeños animales que habitan en proceso de compostaje, mediante el ataque físico sobre los desperdicios orgánicos, rompiéndolos en pequeños pedazos los cuales son rápidamente degradados por los microorganismos. **(12)**

6.4 Normatividad Nacional para determinar si un compost es bueno o no comercialmente

Los parámetros físico-químicos y microbiológicos óptimos del compost para ser utilizado como acondicionador del suelo, según la NTC 5167 y resolución 00150 de 2003, se muestran en la tabla:

Parámetro	Limites permisibles
Humedad	15 % máximo
Contenido de Carbono Orgánico Total	5 –15 %
N total +P ₂ O ₅ + K ₂ O	10% mínimo
Riqueza mínima de cada elemento	2%
CaO + MgO + elementos menores	10% mínimo
Densidad	> 1 g/cc

Límites permisibles de parámetros físico-químicos y microbiológicos del compost para ser utilizado como acondicionador del suelo **(12)**

6.5 Estiércol

El estiércol esta constituido por excrementos sólidos y líquidos de los animales, es rico en nutrientes y materia orgánica. La cantidad de nutrientes presentes en estiércoles dependen de la edad, la alimentación y la clase animales, en la Tabla 1 se muestran los contenidos de algunos nutrientes encontrados en distintos animales.

La cantidad de potasio y fósforo presentes en el estiércol son asimilados

eficazmente por las plantas; mientras el nitrógeno no se incorpora efectivamente, puesto que solo una fracción es soluble.

Estiércol	Nitrógeno (N)	Fósforo (P ₂ O ₅)	Potasio (K ₂ O)
	Kilogramos por cada tonelada de estiércol		
Caballo	6,7	2,3	7,2
Cerdo	4,5	2,0	6,0
Gallina	15,0	10,0	4,0
Oveja	8,2	2,1	8,4
Vaca	3,4	1,3	3,5

Contenido de N, P y K en estiércol de distintos animales.

Fuente: Evaluación de efectos ambientales de los fertilizantes químicos y orgánicos, 2001, p. 52. **(9)**

El valor de los estiércoles depende de los siguientes factores:

- Tipo de alimento consumido por el animal (los concentrados producen el estiércol más rico), Origen o procedencia del estiércol,
- Tiempo del estiércol (un estiércol viejo bien descompuesto contiene nutrientes más fácilmente utilizables que el estiércol recientemente hecho),
- El método de almacenamiento, el estiércol que se almacena debajo de un techo o pila en forma de cuenca colectada, pierde su valor. **(7)**

6.6 Fertilizantes Químicos

Los fertilizantes químicos son obtenidos de procesos industriales, contienen nutrientes que son asimilables por las plantas tales como: nitrógeno, potasio, fósforo. Se dividen en fertilizantes simples y compuestos, los primeros se caracterizan por contener un solo nutriente, mientras los compuestos poseen más de un nutriente. El estado físico de los abonos sintéticos puede ser sólido, líquido y gaseoso.

A pesar que los fertilizantes químicos son muy utilizados y tienen efectos inmediatos en el desarrollo de los cultivos, su abuso trae consecuencias adversas al medio ambiente como:

- La eutrofización, consiste en un alto contenido de nutrientes en el agua, que trae como consecuencia el crecimiento desmedido de algas y cianobacterias, cuya descomposición ulterior disminuye la cantidad de oxígeno presente.

- La acidificación de suelos, debido a la fijación de productos nitrogenados en el suelo.

Exceso de óxido nítrico en la atmósfera. Las bacterias actúan sobre los nitratos del suelo produciendo cantidades pequeñas de óxido nítrico, que al ir a la atmósfera reacciona con el oxígeno excitado favoreciendo a la destrucción de la capa de ozono y suscitando el calentamiento excesivo producido por el efecto invernadero. **(6)**

6.7 Clasificación de los fertilizantes

El Instituto Colombiano Agropecuario ICA por la resolución No 00150 del 21 de enero de 2003 clasifica los fertilizantes de la siguiente manera:

6.7.1 Fertilizantes químicos Inorgánicos, en los cuales los nutrientes garantizados se presentan como sales inorgánicas obtenidas por extracción o por procesos industriales físicos o químicos. La urea, la cianamida cálcica, el azufre, la harina de cuernos y el superfosfato de huesos, entre otros, por conveniencia, se han clasificado como fertilizantes inorgánicos.

En esta categoría encontramos: Fertilizantes simples N, P y K; Fertilizantes Compuestos N, P, K; Fertilizantes con base en elementos secundario y Fertilizantes con base en micros nutrientes.

6.7.2 Acondicionadores inorgánicos de suelos, que no contienen materia orgánica y además, no contienen nitrógeno fósforo, potasio o micros nutrientes garantizables, como:

Acondicionadores con la base en elementos secundarios.

6.7.3 Fertilizantes orgánicos y acondicionadores del suelo, como:

Fertilizantes orgánicos: material orgánico de origen vegetal y/o animal estandarizado (estabilizado) y manejado de manera ambientalmente limpia, tanto en su procesamiento como en el transporte, que es agregado al suelo fundamentalmente para la nutrición de plantas.

6.7.4 Acondicionadores orgánicos, en esta clasificación encontramos:

Acondicionador orgánico natural de suelos: Producto de origen vegetal y animal, estandarizado (estabilizado) y manejado de manera ambientalmente limpia, que se aplica suelo para mejorar sus propiedades físicas y biológicas.

6.7.5 Fertilizantes y acondicionadores de origen mixto:

Fertilizantes órgano – mineral; Acondicionador órgano – mineral. **(8)**

7 METODOLOGÍA

Se fabricó un abono orgánico rico en nutrientes, los cuáles fueron caracterizados utilizando técnicas analíticas cuantitativas y métodos instrumentales como la absorción atómica.

Se buscó que la materia prima en uso para la elaboración de los abonos tuviese un bajo costo. De igual manera, se esperaba que al ser implementados en cultivos se obtuviese una buena producción. En general, se quiere que los agricultores al hacer una pequeña inversión en fertilizantes obtengan un alto rendimiento en sus sembradíos, mejorando así la estructura de los suelos y conservando el medio ambiente.

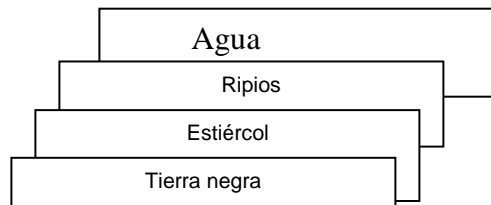
7.1 Diseño experimental para la producción del compost

Se elaboraron abonos orgánicos tomando como bacterias catalíticas para la descomposición equinaza y bovinaza. A los abonos de cada estiércol se le hizo control tanto de pH como de temperatura, al ser detectados rangos que se saliesen de las especificaciones ilustradas por entidades como el CORPOICA.

En la fabricación de los abonos se utilizó como materia prima una tonelada de hojas y tallos previamente trituradas (tamaño de 1-5 cm) conocido como "ripio", tierra negra, estiércol de caballo y de vaca entre 20 a 22 kilogramos de cada uno de estos para los abonos a fabricar.

El sitio elegido para construir el compostaje, el invernadero de la escuela de biología ubicado en el campus universitario, debió ser limpiado y drenado con el fin de evitar encharcamientos. Una vez se dispuso de la materia prima mencionada anteriormente, el paso a seguir fue la creación del cimientó, constituido por tres capas (figura 1), que se transformó en el compostaje. El procedimiento realizado fue:

1. Se formó una capa de 20 centímetros utilizando ripios de hojas y tallos, sin previo tratamiento con fertilizantes químicos.
2. Seguido se debió formar una sobre capa con una altura de 20 centímetros, a base de estiércol fresco y agua.
3. Luego se debió construir una capa de 16 centímetros, elaborada con tierra negra fresca rica en macro nutrientes como nitrógeno, potasio y fósforo.

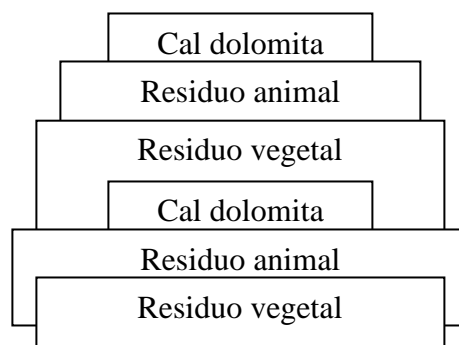


Disposición de la materia prima en el cemento. El orden para los materiales es de abajo hacia arriba para la capa que se repetirá.

Construidas las tres capas, se debió repetir el procedimiento tres veces hasta que el cemento alcanzara una altura alrededor de 1,68 metros. Formado el cemento se cubrió con un manto negro de polietileno con el objetivo de que se absorbiese energía en forma de calor y evitar la variación de la población microbiana por pérdida provocada por el viento, la lluvia, erosión y la exposición directa al sol.

Con la finalidad de que la materia orgánica se descompusiera a una mayor velocidad y de forma más efectiva fue necesario removerla y mezclarla semanalmente evitando así cambios notorios de temperaturas (rangos sobrepasados y anormales a los establecidos por los estándares encontrados en los documentos consignados por CORPOICA). La duración de la descomposición de la materia prima depende de ciertas condiciones como la mencionada y el pH que a su vez provocan una variación en la población microbiana; Por lo tanto, estos fueron medidos continuamente.

Otro método encontrado en los trabajos realizados por estudiantes de tecnología agrícola de la universidad industrial de Santander fue:



Capas para la elaboración de abono. El orden para los materiales es de abajo hacia arriba para la capa que se repetirá **(19)**

7.2 Optimización de los abonos:

La regulación de la temperatura y del pH de los abonos se hizo evitando temperaturas mayores a 70°C y un pH fuera del rango de 6.5 a 7.5; si se

registraban excesos de temperaturas el abono debía ser aireado para volver a los rangos permisibles mencionados con anterioridad, mientras que el pH

en caso de ser necesario sería regulado con cal dolomita. Por otro lado, se puede aumentar si es deseo del agricultor, la población microbiana agregando leche en estado de descomposición al abono. (11)

7.3 Análisis químico del abono

El pH del abono fue medido periódicamente con la ayuda de un pHmetro electrónico, además, para evaluar de la eficiencia de la descomposición de la materia orgánica y la evolución efectiva del abono se determinó entre cada 15 y 30 días la cantidad de carbono y macro nutrientes (N, P, K) presentes en los abonos; asimismo la cantidad de micro nutrientes como Mn, Mg, y Zn, para ello fue necesario tomar y preparar la muestra de abono y realizar diferentes análisis como:

7.3.1 Medición del pH:

La medición del pH del abono se realizó utilizando pHmetro electrónico, para ello se tomó 5 gramos de abono seco a los cuales se les agregó 25 ml de agua destilada, esta mezcla se debió agitar y dejar reposar por una hora. El pH fue medido de forma directa.

7.3.2 Determinación de la humedad:

Se pesaron 5 gramos de muestra de abono. Luego, se llevaron a la estufa para secar a una temperatura de 100 °C a 105 °C y pasadas 2 horas se retiraron y se dejaron enfriar para finalmente determinar por diferencia de peso la humedad de la muestra.

7.3.3 Determinación de cenizas:

Para lo cual se tomó una cantidad entre 3 a 5 gramos de muestra de los abonos para llevarlos al equipo por un lapso de tiempo comprendido entre 3 a 4 horas. Finalmente, se tomó el nuevo peso para determinar por diferencia las cenizas.

7.3.4 Determinación de Carbono y materia orgánica:

Se utilizó el método de Wakley y Black para materia orgánica, oxidándose esta con la ayuda de una solución $K_2Cr_2O_7$. Se pasó la muestra por una malla de 0.25 mm de diámetro. Luego, se tomaron 0.30 gramos de suelo, se le adicionaron 5 ml de $K_2Cr_2O_7$ 1N y 10 mL H_2SO_4 concentrado, se agitó. Se debió preparar un blanco que contuviese los mismos volúmenes de $K_2Cr_2O_7$ y H_2SO_4 utilizados anteriormente. Se dejó reposar durante media hora, se agregaron 70 ml de agua, y 3 mL de H_3PO_4 al 85 % y 0.5 mL de difenilamina.

El blanco se tituló con la solución ferrosa para conocer la normalidad del

sulfato ferroso. El punto final fue dado por el paso del color azul a un verde brillante. De igual forma se titularon las muestras. **(10)**

7.3.5 Determinación Nitrógeno:

La determinación del Nitrógeno total en el abono se realizó mediante el método Kjeldahl. Para llevar a cabo el proceso primero se digirió la muestra, esto se hizo tomando 0,5 gramos del abono seco que fueron colocados en un matraz Kjeldahl, luego se agregaron 3 gramos de mezcla aceleradora (sulfato de cobre hidratado + óxido de mercurio + selenio + sulfato sódico anhídrido). Posteriormente la mezcla se calentó hasta que la reacción terminase, y la solución fuese de color verde, se dejó enfriar y se agregaron 30 ml de agua.

El segundo paso fue realizar una destilación, tomándose el residuo que quedó de la digestión, el extremo inferior del refrigerante se sumergió en un erlenmeyer que contenía 50 ml de solución de ácido bórico y 2 -3 gotas de rojo de metilo. Se agregó al matraz piedra pómez o algunos trozos de vidrio para evitar así salpiques de la solución al momento de elevación de la temperatura, se añadió 80 ml de solución de NaOH al 40% y se logró alcalinidad en la solución resultante: Al obtener aproximadamente 150 ml del destilado, la destilación se preparó, y todo el destilado obtenido fue titulado con ácido clorhídrico de concentración conocida, hasta que el color pasó de amarillo a rosado. **(4)**

Luego, se calculo por método volumétrico el porcentaje de nitrógeno con la ayuda del volumen gastado de un ácido conocido sobre la cantidad de nitrógeno amoniacal recogido. **(2)**

7.3.6 Determinación de Fósforo:

Para determinar el fósforo presente en el abono se utilizó un método colorimétrico. El procedimiento seguido fue tomar 0,25 gramos de sal de vanadato de amonio y se agregó a este 50 mL de agua destilada caliente. Se enfrió y se añadió 35 mL de ácido nítrico concentrado y se diluyó luego hasta 100 mL en aforo. Esta es la solución de vanadato de amonio al 0,25 % que se empleó mas adelante.

Solución patrón de fósforo.

Se disolvió 0,3509 gramos de KH_2PO_4 previamente secado por una hora en 300 mL de agua destilada, luego, se añadió 20 mL de ácido sulfúrico 10 N. Se enfrió y se diluyó en aforo hasta un litro.

Patrones de trabajo

Balones aforados de 100 mL

Se tomaron 0, 1, 10,15 y 20 mL del patrón de fósforo, se añadieron 4 mL de ácido sulfúrico 10 N a cada balón aforado y se diluyeron con agua destilada. De cada uno de estos se tomaron 5 mL para construir una curva de patrones.

Procedimiento.

Se tomó 5 mL de la solución en cenizas y se diluyó hasta 100 mL en balón aforado luego, se tomaron 10 mL de la solución y llevaron a un tubo de ensayo para añadir 4 ml de una solución recién preparada de concentración 1:1 de molibdato de amonio al 5 % y de vanadato de amonio al 0,25 % .Se tapó, se mezcló bien y se dejó en reposo alrededor de 20 minutos hasta que se notó coloración característica amarilla. Se Leyó absorbancia a 420 nm ajustando el 100% en un blanco de reactivos .Junto con las muestras se corrieron 3 patrones de 4, 8,12 y 16 microgramos de fósforo y finalmente se graficó absorbancia versus concentración. **(16)**

7.3.7 Determinación de Potasio, Magnesio, Zinc y Manganeso:

El procedimiento seguido fue pesar 5 g de abono y agregarle en primera instancia 10mL de ácido clorhídrico, se calentó para luego adicionar agua caliente. Se llevó hasta sequedad y se repitió en muchas oportunidades para garantizar así que se extraerán en caliente los metales de interés. Una vez completada la sequedad se agregó agua caliente suficiente para filtrar y diluir hasta aforo en balón de 10ml. Se realizaron los distintos patrones preestablecidos bajo los rangos de longitudes de ondas requeridas por las normas estándares para cada uno de los metales que se analizaron y así se construyó la curva patrón respectiva. **(14)**

Finalmente se realizó la lectura en el espectrofotómetro de absorción atómica y se determinó el contenido de los diferentes elementos para el cual se utilizó una curva patrón. A continuación se hace una breve descripción de esta técnica: se basa en la cuantificación de iones metálicos contenidos en una muestra; el equipo consiste en una lámpara de cátodo hueco con filamento de tungsteno una para cada metal en específico, calibradores de amplitudes, longitudes de ondas y tipos de flamas que emplean oxido nítrico y eleva hasta una temperatura la flama por la cual pasan los iones metálicos de la muestra incinerada para cada metal a analizar y finalmente un capilar recolector de la muestra que debe estar en estado líquido. Una vez calibrado el equipo se debe ajustar una curva de calibración pero en esta ocasión con los patrones estándar que emplean concentraciones específicas que varía para cada metal. Luego, se procede a medir las absorbancias de las muestras problemas que se verán ajustadas ala curva previamente obtenida de los patrones. **(18)**

7.4 Recopilación de datos y análisis estadístico

La cantidad de los elementos (N, K, P, Mn, Mg, Zn) presente en cada abono, obtenido en los análisis químicos desarrollados periódicamente se recopilaron en tablas donde se hicieron trabajos por triplicados. Luego, estos datos se consignaron en graficas sin dispersión concentración versus fechas de muestreos para cada abono y luego una serie de graficas de comparación de los mismos parámetros para los tres tipos de abonos (una única grafica para tres abonos) mostrando con ello la variación de cada uno de los nutrientes y parámetros a través del desarrollo de la investigación. Para este caso se optó por una grafica xy sin dispersión donde no se unió los puntos de la variable ya que el comportamiento no es continuo debido a que los parámetros no tienen un comportamiento ideal y así que presentar una curva que no es exponencial, ni lineal, ni logarítmica, y mucho menos cuadrática fue lo mas prudente y lógico. La causa de esta elección es que el suelo es heterogéneo en su composición.

7.5 Comparación de la eficiencia de los abonos fabricados

Se hizo un análisis químico del suelo antes y después de ser utilizado para cultivos, determinando la cantidad de nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, zinc, manganeso, y su pH; comparando así los cambios que se produjeron por haber empleado los abonos orgánicos sobre los mini cultivos.

Para saber cual de los abonos orgánicos fabricados fue el más eficiente, comparándolos entre ellos y con un cultivo sin haber utilizado estos tipos de abonos, se repartió equitativamente de un terreno ubicado en la sede de cultivos de CENIVAM para crear tres mini cultivos de hortalizas (tomate, cilantro y rábano), separados por una distancia equitativa . En cada mini cultivo se empleó un abono de los fabricados y la dosificación de abono utilizado en cada uno de los minis cultivos fue igual.

A los minis cultivos se les hizo seguimiento periódico, que consistió en observar y describir el desarrollo de estos; Para esto se tuvo en cuenta el tiempo de crecimiento de las hortalizas, el tiempo de cosecha, el tamaño del tallo, de la raíz, la contextura de las hojas.

8. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Nota: se debe aclarar que el suelo es una materia netamente heterogénea en su composición, aunque los resultados arrojados en este proyecto reflejan que hay un patrón de comportamiento por el cual se puede deducir ciertas propiedades que sirven de soporte para los análisis y las conclusiones. Además, el muestreo tampoco fue homogéneo no se tomó la muestra de la misma zona y bajo la mismas condiciones climáticas (lluvia, sequía, erosión y viento, entre otros), por tanto, se concluyó que las graficas están sujetas a errores sistemáticos y relativos que no reflejan una verdad absoluta pero si una serie de respuestas lógicas y esperadas.

8.1 ELABORACIÓN DE LOS ABONOS.

La efectividad en la elaboración de los abonos dependió en primera instancia del buen estado de la tierra negra y de la buena salud de los animales que proporcionaron el estiércol ya que la primera en su composición traía consigo una gran cantidad de nutrientes considerables y la segunda trae consigo la población microbiana que hará el trabajo de descomposición. Además el alto grado de descomposición del ripio de hojas y tallos resguardados en sacos que estuvieron bajo la inclemencia del sol, la lluvia y el viento en un tiempo prudente antes de la elaboración de los abonos fue de influencia preponderante. La lluvia fue un factor en contra que inspiró temor ya que al evolucionar la descomposición de la materia prima con el pasar del tiempo las temporadas de lluvias provocaban pérdida de nutrientes y permitían la llegada de otros nutrientes ajenos al interés de este proyecto con la corriente de las aguas.

Las siguientes fotografías ilustran el estado en que encontraban los ripios de hojas triturados y el espacio en que se elaboraron los abonos a base de estiércol de vaca y de caballo:



Fotografía 1. Monto de hojas y tallos triturados y listos para abonar.



Fotografía 2. Primer plano de hojas y tallos triturados.



Fotografía 3. Abonos cubiertos para protegerlos de agentes como la lluvia y la erosión

Una de las actividades de carácter prioritario es el paleado ya que es importante para aumentar la aireación en el abono y ayudar así a la población microbiana a realizar la descomposición de la materia es otro de los factores que se debe realizar con cuidado y constancia debido a que la velocidad de la evolución del abono depende directamente del umbral de oxigenación. Hasta un cierto punto la cantidad de oxígeno la actividad microbiana es efectiva para el abono una vez superado ese umbral la población una gran parte de la misma inevitablemente llega a la muerte. El paleado que fue ejecutado en este proyecto se hizo en pocas ocasiones al inicio de la elaboración de los abonos pero en la etapa final de la misma se tomó esta iniciativa aunque no fue sistema de aireación alterno fue dejar a exposición del aire circundante los abonos por varias horas al día y luego transcurrido este periodo se tapaban nuevamente.

Por otro lado, la temperatura gradualmente aumentó pero debido a ciertos hechos aislados como la lluvia y el riego de agua esta disminuía un poco. El mínimo valor consignado fue 28°C y el máximo valor alcanzado osciló entre 39°C y 42 °C. Sin embargo, otras investigaciones y experimentos realizados con compost arrojaron temperaturas en un rango comprendido entre 60 y 70 °C.

A medida que transcurría el tiempo no solo la temporada de lluvia fue un factor a considerar como inconveniente sino también la temporada por sequía ya que ésta evitó por un momento que evolucionara de la mejor manera los abonos. No obstante, la degradación de la materia prima por parte de la población microbiana prosiguió paulatinamente sin importar las fluctuaciones de la temperatura. A pesar de no alcanzar el rango de temperatura ideal, la elaboración de los abonos se llevó a cabo satisfactoriamente en un tiempo óptimo de tres meses.

Las siguientes fotografías muestran las condiciones en que se encontraban los abonos:



Fotografía 4. Primer plano de uno de los abonos (equinaza) en evolución.



Fotografía 5. Primer plano de uno de los abonos (bovinaza) en evolución.

Otro parámetro medido fue el pH que osciló dentro de los rangos permisibles, entre 5.3 y 7.5, siendo al comienzo un poco ácido y al final de la elaboración de los abonos un poco básico. Dentro de este rango, el desarrollo se puede llevar sin ninguna preocupación ya que la población microbiana aun no es susceptible y no alcanza a llegar a la muerte por acidez o alta basicidad.

8.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS ABONOS.

Además de medir el promedio de la temperatura semanalmente se midió cada uno de los macro y micro nutrientes en los abonos a base de equinaza y bovinaza y en el abono de control (CENIVAM), la materia orgánica, la humedad y las cenizas.

8.2.1 Materia orgánica.

Para empezar se caracterizó la materia orgánica que es en pocas palabras la medida de carbono mayoritariamente en forma de celulosa, por ende, se observó que en los abonos a base de equinaza y de bovinaza la cantidad de materia orgánica es mayor que en el abono de control ya que en el estiércol de los animales se encuentran residuos grandes de celulosa, específicamente en el estiércol de equino, debido a que el bovino presenta cierta ventaja al tener cuatro estómagos que facilitan un mayor catabolismo de los nutrientes adquiridos en el pasto.

No obstante, a medida que los abonos progresaron para estar listos y ser comercialmente aptos la cantidad de materia orgánica aumentó ya que la degradación de la materia prima dejó a esta como a uno de sus residuos principales y a otros como micro y macro nutrientes que en esta ocasión para interés del proyecto se detectaron Mg, Mn, Zn, y N, K, P, respectivamente.

CARBONO Y MATERIA ORGÁNICA

Equinaza en cultivo de cilantro								
Fecha	%C			Promedio	M.O.			Promedio
24-Ago	5.05	4.989	5.099	5,038	8.796	9.023	8.235	8,684
11-Sep	4.889	5.223	5.202	5,116	8.102	8.795	9.499	8,801
10-Oct	5.293	5.331	5.396	5,334	9.296	9.235	9.101	9,196
26-Oct	5.904	5.982	6.001	5,947	10.205	10.197	10.362	10,253
28-Nov	6.308	5.995	6.266	6,206	10.733	10.697	10.653	10,700

Tabla 1. Contenido de carbono y materia orgánica en abono a base de equinaza

Bovinaza en cultivo de cilantro								
Fecha	%C			Promedio	M.O.			Promedio
24-Ago	3.166	3.196	3.206	3,182	5.512	5.508	5.401	5,485
11-Sep	4.385	4.308	4.401	4,371	7.603	7.563	7.402	7,530
10-Oct	5.206	5.196	5.185	5,196	9.004	9.001	8.875	8,957
26-Oct	5.303	5.196	5.401	5,285	9.004	9.108	9.186	9,111

28-Nov	5.756	5.70	5.693	5,720	9.796	9.882	9.903	9,860
--------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Tabla 2. Contenido de carbono y materia orgánica en abono a base de Bovinaza en cultivo de cilantro

Bovinaza en cultivo de rábano-tomate								
Fecha	%C			Promedio	M.O.			Pro med io
26-Oct	3.702	3.501	3.603	3,614	6.211	6.321	6.195	6,239
28-Nov	2.201	2.410	2.304	2,29	3.789	4.001	3.8002	3,87

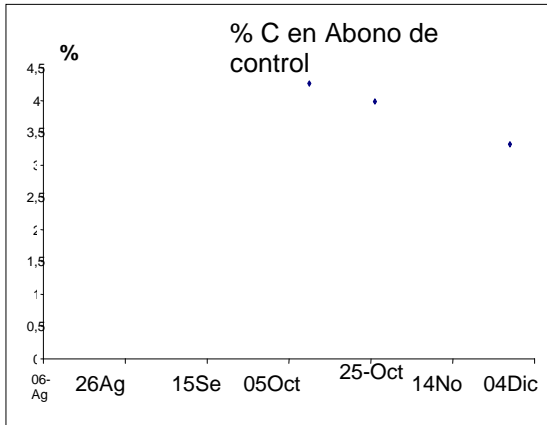
Tabla 3. Contenido de carbono y materia orgánica en abono a base de bovinaza en cultivo de rábano-tomate

Abono de control								
Fecha	%C			Promedio	M.O.			Promedio
10-Oct	4.258	4.353	4.205	4,267	7.322	7.381	7.403	7,35
26-Oct	3.902	4.006	4.102	3,986	6.900	6.898	6.842	6,873
28-Nov	3.304	3.356	3.296	3,323	5.765	5.598	5.803	5,728

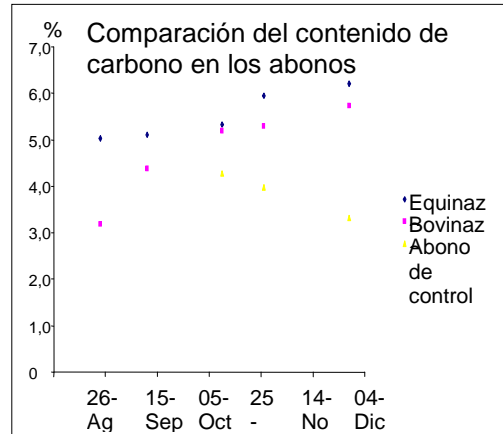
Tabla 4. Contenido de carbono y materia orgánica en abono de control

Equinaza en cultivo de rábano-tomate								
Fecha	%C			Promedio	M.O.			Promedio
26-Oct	1.236	1.095	1.298	1,209	1.903	2.112	2.112	2,084
28-Nov	5.306	5.432	5.205	5,316	9.102	9.158	9.210	9,164

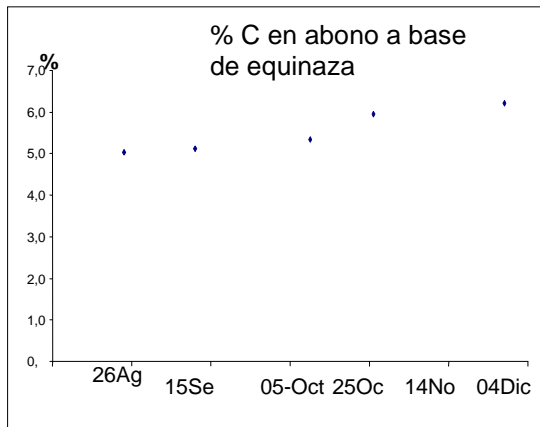
Tabla 5. Contenido de carbono y materia orgánica en abono a base de Equinaza en cultivo de rábano-tomate.



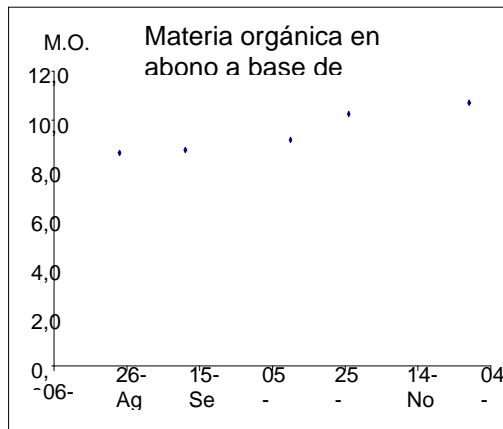
Gráfica 1. Curva del contenido de carbono en abono de control.



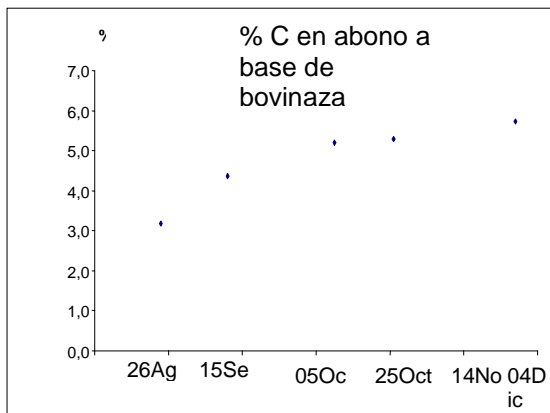
Gráfica 4. Curva de comparación del contenido de carbono en los abonos



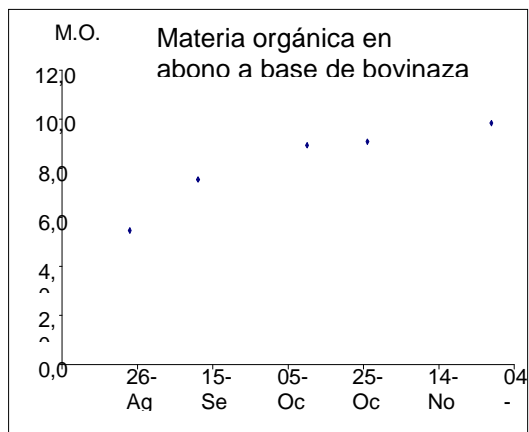
Gráfica 2. Curva del contenido de carbono en abono a base de equinaza.



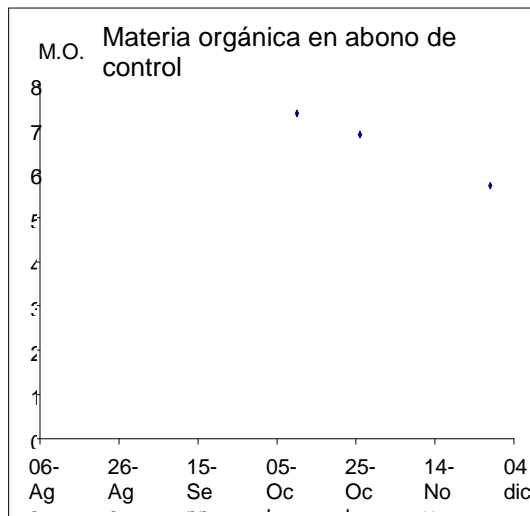
Gráfica 5. Contenido de materia orgánica en abono a base de equinaza



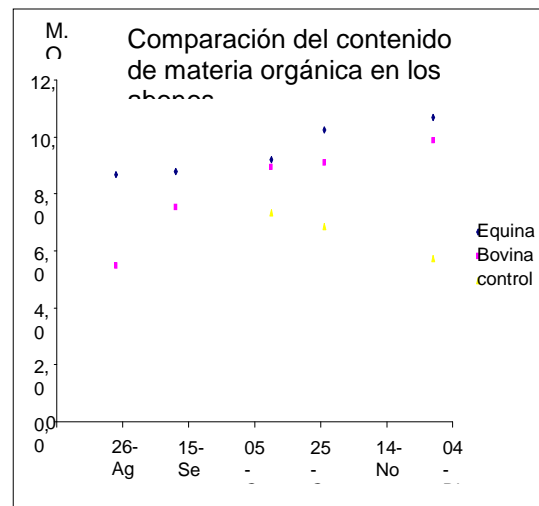
Gráfica 3. Curva del contenido de carbono en abono a base de bovinaza



Gráfica 6. Contenido de materia orgánica en abono a base de Bovinaza



Grafica 7. Contenido de materia orgánica en abono de control (CENIVAM)



Grafica 8. Comparación del contenido de materia orgánica en los abonos

Al observar las gráficas con cuidado se analiza y se concluye que los mini cultivos de cilantro a base de equinaza, bovinaza y de control al ser comparadas las cantidades de materia orgánica varían así: una mayor cantidad luego de tres meses de haber comenzado la elaboración de los abonos para el abono a base de equinaza y se mantuvo así a lo largo del desarrollo del proyecto, un segundo lugar para el abono a base de bovinaza aunque como se esperaba este presentó un mayor ascenso o pendiente antes de cultivar el cilantro haciéndose constante hasta la tercera fecha de muestreo, una inclinación que no logró cruzarse con la curva del abono a base de equinaza en ningún momento que registran las fechas de muestreo. Para finalizar, el último lugar es ocupado por el abono de control ya que este no le fue suministrado una buena cantidad de materia orgánica a través de estiércol. Además, esta última presentó un descenso notorio ya que la baja cantidad de materia orgánica en su mayoría es absorbida por el mini-cultivo de cilantro.

Para el mini cultivo de rábano-tomate se observaron polos opuestos ya que para el cultivo en abono a base de equinaza se nota el mismo patrón de aumento de materia orgánica aunque una curva que está por debajo de la curva que se muestra en la grafica del mini cultivo de cilantro, esto concluye que el cilantro requiere una menor cantidad de materia orgánica comparado con el mini cultivo de rábano-tomate. Por otro lado, el polo opuesto es para el mini cultivo de rábano-tomate en abono a base de bovinaza.

Otras referencias de trabajos realizados como es el caso de uno en especial

hecho en el municipio de Barbosa, Antioquia en la hacienda llamada el león en el año 1985 utilizando estiércol de cerdo y una serie de combinaciones:

- Estiércol, suelo y calfos
- Estiércol, suelo, calfos
- Estiércol, suelo, calfos y lombriz de tierra
- Estiércol, pasto, calfos y lombriz de tierra
- Estiércol, viruta, calfos y lombriz de tierra

Siendo este ultimo la mejor de las combinaciones para los cultivos de las parcelas de la hacienda.

Los resultados del comportamiento de los promedios de carbono y materia organica en las tres parcelas a distintas profundidades de muestreo son similares a los obtenidos en el proyecto a diferencia que solo se hacen tres muestreos en tres fechas distintas en los cultivos.

Para la curva de carbono entre el primer y el segundo muestreo hay declive y luego entre el segundo y el tercer muestreo inclinación. Esto Lleva a concluir que se llevó a cabo lo planeado y los resultados fueron los esperados. **(5)**

8.2.2 Humedad y cenizas.

La humedad es un factor determinante para el efectivo desarrollo de un abono orgánico y para el óptimo desarrollo de cualquier tipo de cultivo. Lamentablemente el control de este parámetro no fue el mejor y se vieron las consecuencias al final de la temporada, específicamente en la post-cosecha del cultivo de cilantro que presentó muy baja frondosidad, aunque el cultivo de rábano y tomate no presentó este inconveniente.

Equinaza								
Fechas	% Humedad			Promedio	% Cenizas			Promedio
24-Ago	26.49	26.9	27.1	26,83	42.13	41.23	37.8	40,37
11-Sep	34.8	34.6	35.58	35,01	52.64	55.02	57.1	54,93
10-Oct	39.2	37.62	38.6	38,46	48.25	45.31	48.96	47,52
26-Oct	31.47	33.12	31.8	32,13	42.06	43.18	36.89	40,7
28-Nov	36.43	32.05	33.8	34,09	46.01	44.3	47.2	45,84

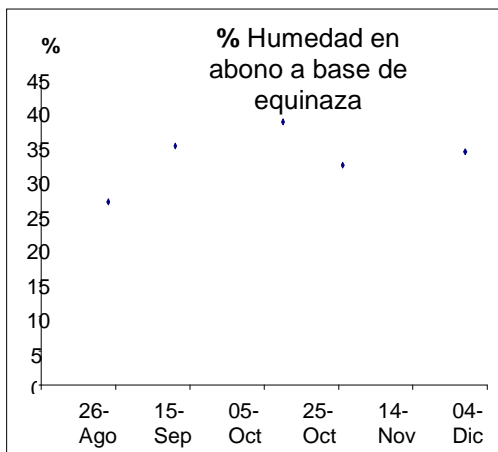
Tabla 6. Contenido de humedad y cenizas en abono a base de equinaza

Bovinaza								
Fechas	% Humedad			Promedio	% Cenizas			Promedio
24-Ago	24.51	25.12	30.9	23,86	69.03	69.9	67.89	68,95
11-Sep	69.23	66.35	69.8	68,45	52.63	50.33	51.2	51,38
10-Oct	41.05	38.4	39.01	39,48	51.36	49.02	48.2	49,51
26-Oct	20.04	16.9	21.11	19,36	55.01	53.26	54.1	54,11
28-Nov	20.22	19.66	15.8	18,56	67.42	64.9	65.89	66,07

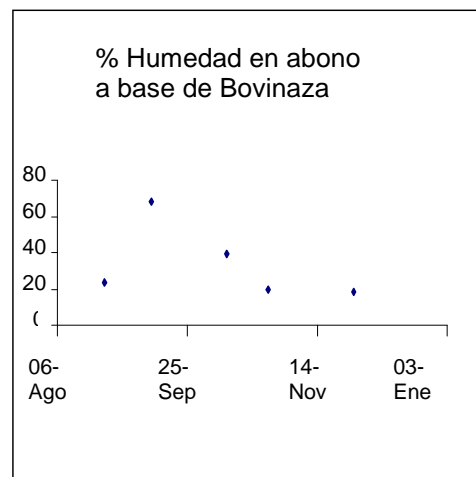
Tabla 7. Contenido de humedad y cenizas en abono a base de bovinaza

Abono de control								
Fechas	% Humedad			Promedio	% Cenizas			Promedio
10-Oct	28.51	27.03	28.2	27,92	38.24	35.8	36.95	37
26-Oct	17.08	19.32	13.33	16,56	53.5	55.16	54.06	54,25
28-Nov	20.31	20.8	22.65	21,25	58.1	62.45	63.05	61,21

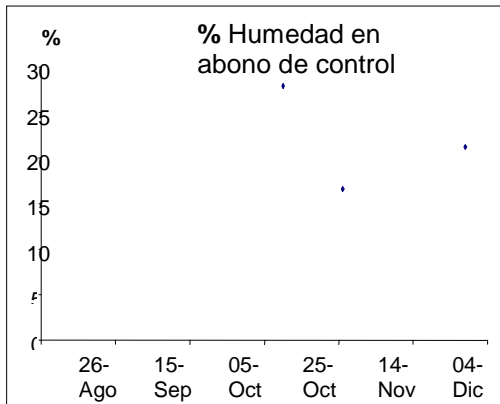
Tabla 8. Contenido de humedad y cenizas en abono de control (CENIVAM).



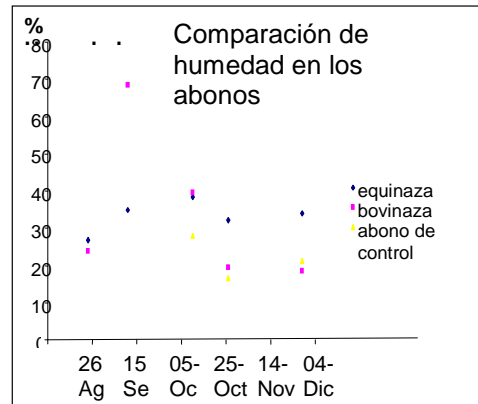
Grafica 9. Curva del contenido de humedad en abono a base de Equinaza.



Grafica 10. Curva del contenido de humedad en abono a base de bovinaza



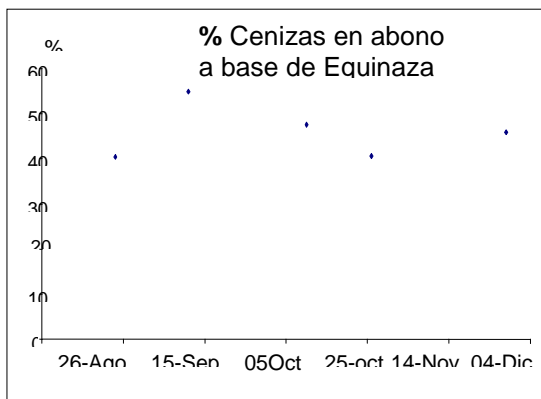
Gráfica 11. Curva del contenido de humedad en abono de control



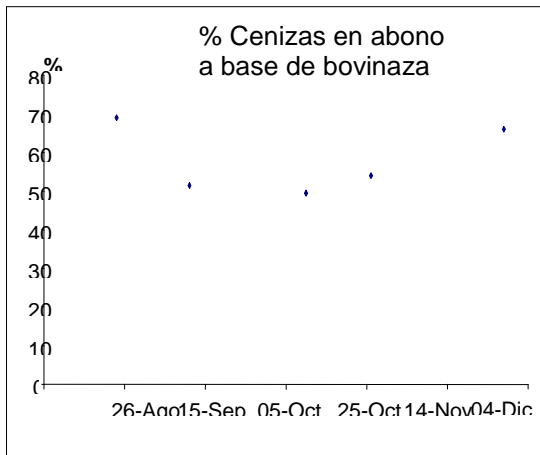
Gráfica 12. Curva de comparación del contenido de humedad en los abonos

Analizando los resultados entregados por los experimentos se puede notar que el abono fabricado a base de bovinaza conserva mejor la humedad que el abono fabricado a base de equinaza y este a su vez que el abono de control.

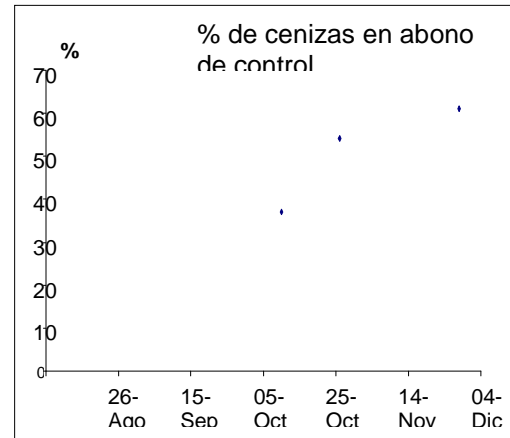
Por su parte, las cenizas que son la medida de cantidad de minerales contenidas en la muestra mostraron un patrón de disminución a lo largo del proyecto tal como se esperaba ya que al transcurrir un tiempo prudente de dos meses después de haber comenzado la fabricación de los abonos fecha por la cual se tomaron las primeras muestras, la cantidad de minerales fue máxima, luego, al evolucionar los mini cultivos esta cantidad disminuyó debido a la absorción por parte de las plantas. Acto seguido una vez recogida la cosecha la cantidad de minerales se mostró compensada ya que el suelo recuperó una parte de la cantidad perdida por ausencia de cultivo.



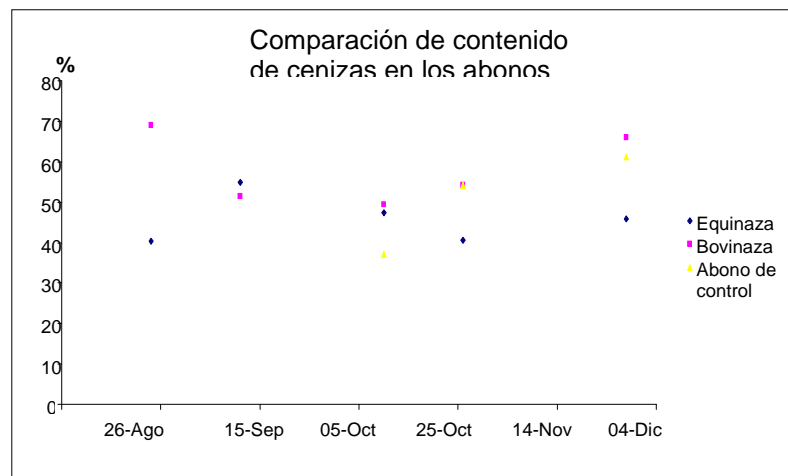
Gráfica 13. Curva de contenido de cenizas en abono a base de Equinaza



Gráfica 14. Curva de contenido de cenizas en abono a base de bovinaza.



Gráfica 15. Curva de contenido de cenizas en abono de control.



Gráfica 16. Comparación del contenido de cenizas en los abonos

No obstante, cabe resaltar que a través de las gráficas se nota un aumento en la cantidad de cenizas esto se debe a que ciertas partes del terreno no se vieron descompensadas por la cantidad de minerales ya que la absorción de los nutrientes fue un poco más baja que en otras zonas por razones como la humedad, el pH o la población de plantas ya que una humedad baja, un pH ligeramente ácido (por debajo de 5) o ligeramente básico (por encima de 8.5), y una baja población de plantas refleja una cantidad considerable de minerales en dicha zona.

Al comparar las gráficas de los resultados de los experimentos se puede concluir que el abono a base de bovinaza presenta una mayor cantidad de

minerales al iniciar el muestreo y una mayor cantidad de los mencionados al finalizar dichos muestreos. Por otro lado, el abono a base de equinaza posee una menor cantidad de minerales al iniciar las etapas de muestreos. A lo largo de la caracterización el declive en la curva es mayor comparado con la curva del abono a base de bovinaza desde el segundo hasta el cuarto muestreo. No obstante, la curva de la cantidad de minerales en el abono a base de equinaza es menor que el de abono a base de bovinaza mientras que el abono de control presenta un patrón de comportamiento distinto que ilustra un aumento de las cantidades de minerales por encima de la mostrada por el abono de equinaza pero por debajo de la ilustrada por el abono de bovinaza.

8.2.3 pH

Fechas	pH	Equinaza		Promedio
24-Ago	4,9	6,2	6,7	5,92
11-Sep	6,5	5,8	6,1	6,13
10-Oct	5,7	6,3	6,5	6,18
26-Oct	7,1	7,4	6,8	7,09
28-Nov	7,3	7,1	7,6	7,33

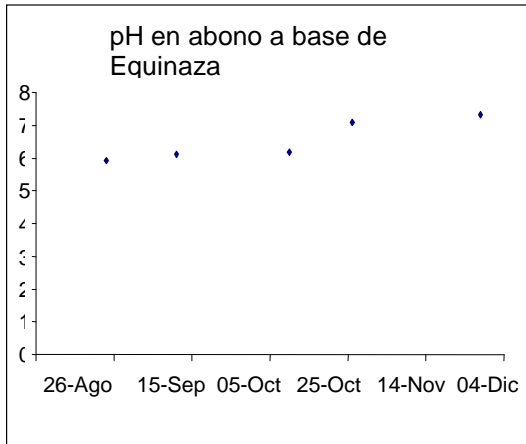
Tabla 9. Medidas de pH en abono a base de Equinaza

Fechas	pH	Bovinaza		Promedio
24-Ago	5,23	6,5	6,12	5,96
11-Sep	6,51	7,3	5,2	6,35
10-Oct	6,38	6,54	6,29	6,42
26-Oct	6,4	7,3	7,5	6,81
28-Nov	7,5	6,7	7,4	7,21

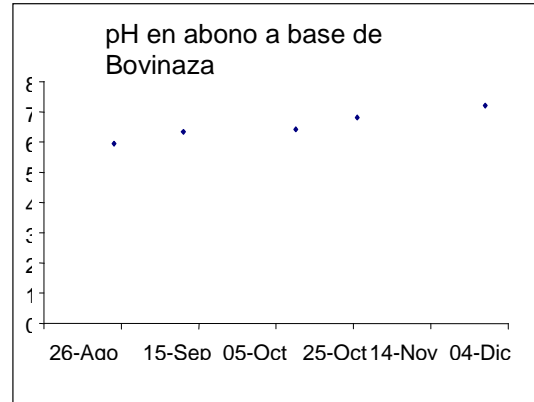
Tabla 10. Medidas de pH en abono a base de Bovinaza

Fechas	pH	Abono de control		Promedio
10-Oct	6,5	6	5,6	6,04
26-Oct	6,1	6,4	6,3	6,26
28-Nov	5,7	7,2	6,69	6,54

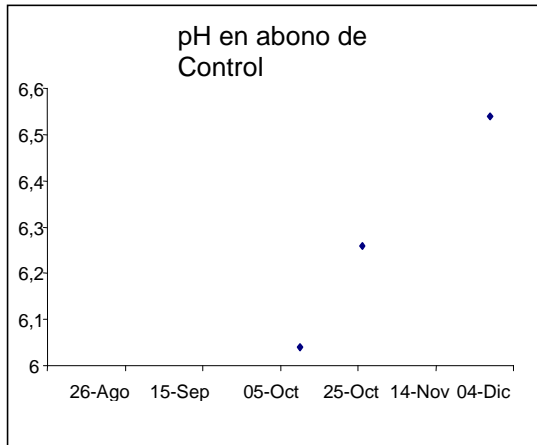
Tabla 11. Medidas de pH en abono de control.



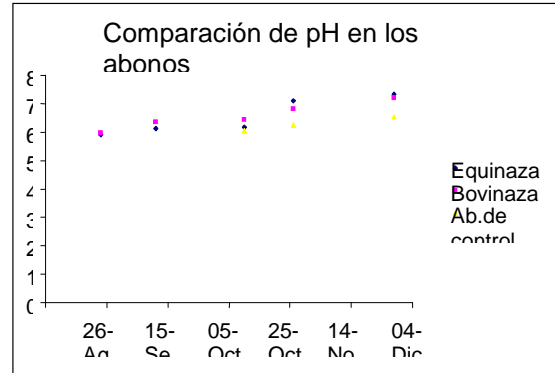
Gráfica 17. Curva del pH en abono a base de equinaza



Gráfica 18. Curva del pH en abono a base de Bovinaza.



Gráfica 19. Curva de pH en abono de control



Gráfica 20. Curva de comparación de pH en los abonos.

El pH de los abonos a base de bovinaza, equinaza y de control presentaron un aumento gradual aproximándose a la basicidad cada vez más y más como era de esperarse ya que los suelos abonados debido a la concentración de iones metálicos presentan una basicidad moderada por ende, no fue necesario la adición de sales básicas para alcalinizar los suelos. Además, los tres abonos estuvieron dentro del rango óptimo de 5.5 a 8.5 establecido por las normas lo cual ayudo a la actividad biológica por parte de la población microbiana. Al comenzar los muestreos para las tres primeras fechas el abono a base de bovinaza fue el que estuvo por encima del abono a base de equinaza pero este último alcanzo estar por encima del primero para las dos siguientes fechas de muestreo una vez se realizaron los distintos minis cultivos. Por otro lado, el abono de control (CENIVAM) para las tres ultimas fechas estuvo siempre por debajo de los otros dos abonos siendo este el suelo mas acido.

8.2.4 FOSFATOS.

La prueba midió la cantidad de complejos de fósforo a través del método colorimétrico de vanadato- molibdato. Los fosfatos encontrados a lo largo del proyecto fueron implícitamente la medida de la cantidad de fósforo presente en los abonos y en los mini cultivos.

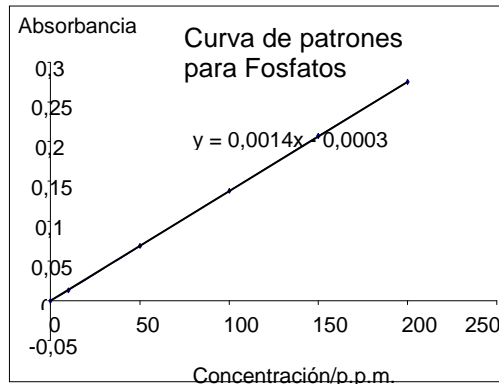
Vol.	Patron /p.p.m	Absorbancia				Promedio	Pro. corregido
0	0	0	0	0	0	0	0
1	10	0.053	0.047	0.047	0.047	0.048	0.013
5	50	0.072	0.71	0.067	0.065	0.069	0.069
10	100	0.138	0.137	0.136	0.131	0.136	0.138
15	150	0.223	0.221	0.223	0.218	0.221	0.207
20	200	0.159	0.155	0.156	0.155	0.156	0.276

Tabla 12. Absorbancia de los patrones y sus respectivas concentraciones para determinar fosfatos. Donde v, volumen de solución de fosfatos empleado en los patrones.

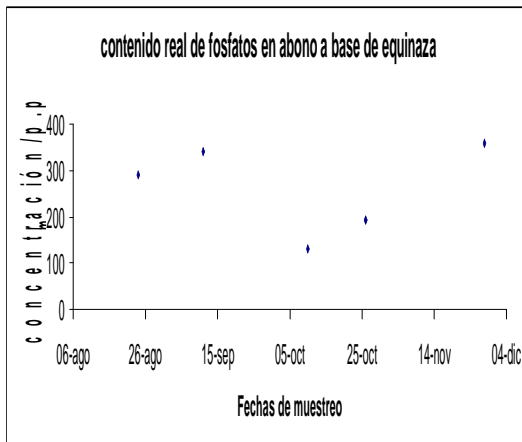
Abs.	Equinaza				Bovinaza				Control			
	Fecha	Patron	Abs.	Conc.	□ final	Patron	Abs.	Conc./	□ *5/p.p.m.	Abs.	Conc.	□*5
	24-Ago	1 / 5	0,081	28.071	290.35	1 / 5	0,101	72.357	361.78			
	11-Sep	1 / 5	0,095	68.071	340.35	1 / 5	0,089	63.785	318.92			
	10-Oct	1 / 2	0,090	64.5	129	1 / 5	0,077	55.214	276.07	0,159	113.78	
	26-Oct	1 / 2	0,135	96.642	193.28	1 / 5	0,065	46.692	233.21			
	28-Nov	1 / 5	0,100	71.642	358.21	1 / 5	0,059	42.357	211.78	0.164	117.35	586.78

Tabla 13. Contenido de fosfatos en los abonos. Abs. : Absorbancia, Conc.: Concentración

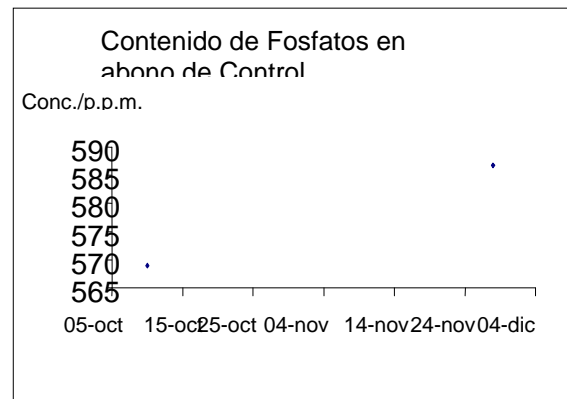
Como se esperaba la cantidad medida de fosfatos al iniciar los muestreos fue mayor y aumentó mientras aun no se cultivaba, una vez se cultivó esta cantidad disminuyó en primera instancia aunque se ve un aumento en algún momento especialmente en los abonos a base de equinaza y en el abono de control (CENIVAM).



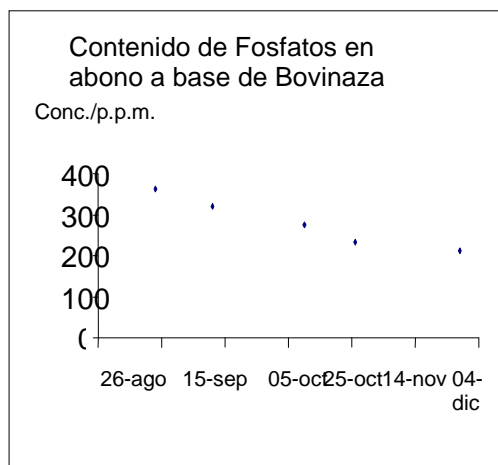
Gráfica 21. Curva de calibración de los patrones para determinar el contenido de fosfatos en los abonos.



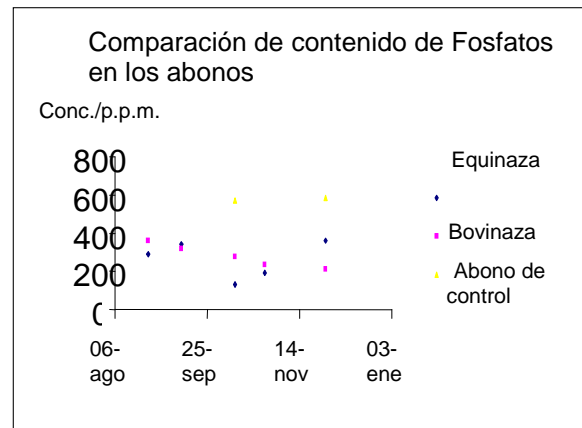
Gráfica 22. Contenido de fosfatos en abono a base de equinaza.



Gráfica 24. Contenido de fosfatos en abono de control (CENIVAM).



Gráfica 23. Contenido de fosfatos en abono a base de bovinaza.



Gráfica 25. Comparación del contenido de fosfatos en los abonos

El patrón de comportamiento para la cantidad de fosfatos fue el siguiente: para el abono a base de bovinaza se presentó una cantidad inicial mayor que el de equinaza y su declive en la curva fue progresivo y constante hasta al final de las pruebas donde se notó una baja cantidad de fosfatos comparado con el abono a base de equinaza. Por su parte, el abono de control presentó una cantidad mucho mayor comparado con ambos abonos pero presentó una inclinación que indicó que aún estaba depositando fosfatos en el suelo o que estaba en estado de descomposición. De manera similar estos fueron los resultados obtenidos en el trabajo hecho en Barbosa, Antioquia. **(5)**

Lo mencionado anteriormente permitió a concluir que el abono óptimo es el fabricado a base de bovinaza

8.2.5 Manganeso

El manganeso fue el micro nutriente que durante el proceso de caracterización presentó una cantidad muy baja pero no fue de carácter obligatorio aumentar la cantidad del mismo a través del suministro de sales de manganeso. En conclusión, tanto los abonos a base de equinaza y de bovinaza y los suelos abonados con los mismos son pobres en contenido de manganeso pero no lo fue el abono de control.

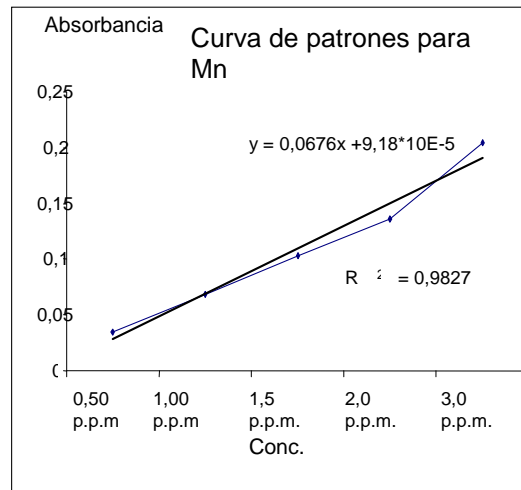
Para Mn		
Patrones/ p.p.m	Absorbancia	Abs. Corregida
0,50	0,074	0,035
1,00	0,086	0,068
1,5	0,085	0,103
2,0	0,136	0,136
3,0	0,204	0,204

Tabla 14. Absorbancia de los patrones y sus respectivas concentraciones para determinar Manganeso

Abonos	Equinaza		Bovinaza		Control			
	Abs.	Conc. /p.p.m	Abs.	Conc./ p.p.m.	Patrones	Abs.	Conc./ p.p.m.	Conc* 10/p.p .m.
24-Ago	0,146	2,16	0,154	2,28				
11-Sep	0,168	2,48	0,182	2,69				
10-Oct	0,097	1,43	0,06	0,88	1 / 10	0,116	1,71	17,1
26-Oct	0,046	0,68	0,118	1,74				
28-Nov	0,095	1,4	0,084	1,24	1 / 10	0,04	0,59	5,9

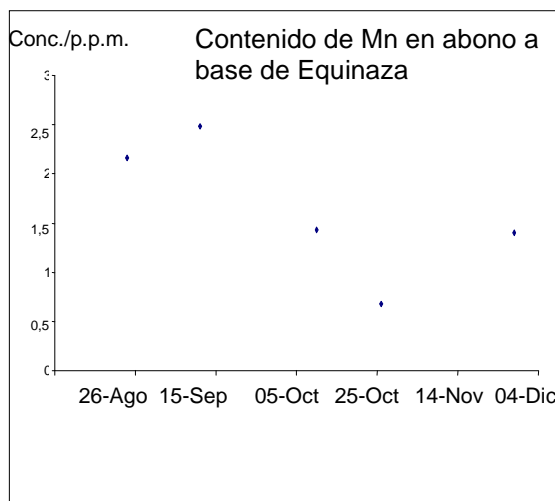
Tabla 15. Contenido de Manganeso en los abonos. Abs. : Absorbancia, Conc.:

Concentración

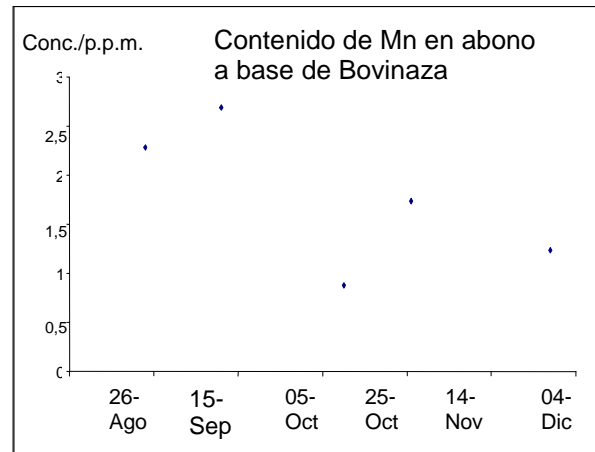


Grafica 26. Curva de calibración de patrones para determinar el contenido de manganeso en los abonos.

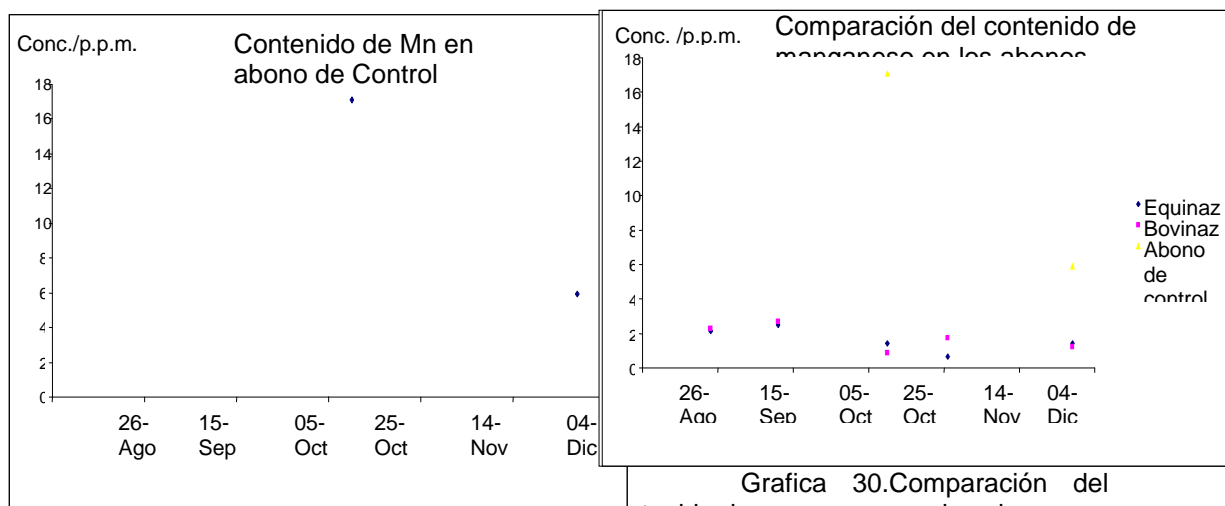
Nota: Cabe resaltar que las siguientes curvas para el contenido de manganeso son resultado de los cálculos directos ya que las muestras no necesitaron de diluciones ya que el contenido del nutriente en los abonos a base de equinaza y bovinaza fue muy bajo. Por otro lado, el contenido de manganeso en el abono de control si requirió de un cálculo más ya que se usó dilución de la muestra por ende, la curva que se muestra es la final.



Grafica 27. Contenido de manganeso en abono a base de equinaza.



Grafica 28. Contenido de manganeso en abono a base de Bovinaza.



Gráfica 29. Contenido de manganeso en abono de control. Gráfica 30. Comparación del contenido de manganeso en los abonos.

Al comparar las graficas se observó que no difieren en gran magnitud las cantidades consignadas en los experimentos. Sin embargo, se encontró que la cantidad de manganeso encontrado en la primera y segunda fecha de muestreos en el abono a base de bovinaza fue mayor que en el abono a base de equinaza y el declive comprendido entre las fechas dos y tres de muestreos fue mayor que el abono a base de equinaza, no obstante el declive para el abono a base de equinaza siguió pero para el abono a base de bovinaza no ocurrió así esta curva sufrió una inclinación y finalmente un declive, caso contrario para el abono a base de equinaza que arrojó una cantidad mayor de manganeso al final de las fechas de muestreos. Para el abono de control, la cantidad de manganeso a lo largo de los muestreos siempre fue entre 4 a 10 veces mayor aunque presentó una declinación muy pronunciada indicando que la cantidad de manganeso se absorbe desmesuradamente por parte de las plantas.

El trabajo realizado en Barbosa, Antioquia muestra que se presenta un declive y luego una inclinación en las concentraciones de Manganeso, no obstante, es de esperarse esto ya que el contenido del nutriente baja ya que es asimilado y luego de un tiempo prudente aumenta ya que las plantas toman una suficiente cantidad hasta lo requerido por esto se muestra una inclinación al final de los muestreos. **(5)**

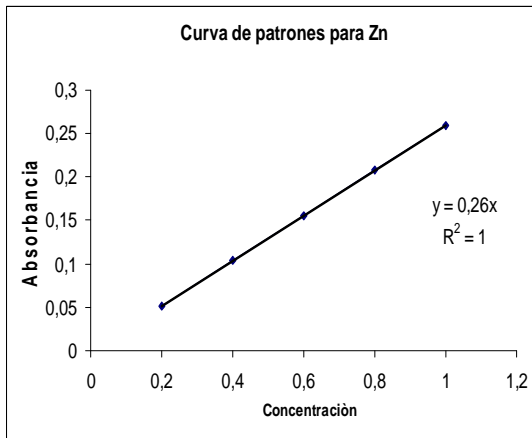
8.2.6 Zinc

Este es uno de los elementos secundarios de vital importancia para el desarrollo de la cosecha y se encuentra mayoritariamente comparada con otros micros nutrientes como el manganeso y sodio.

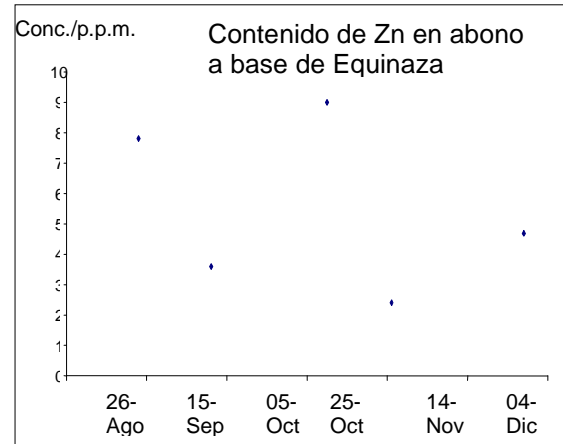
Tabla 16. Absorbancia de los patrones para determinar Zinc.

Para Zn		
Patrón/p.p.m.	Absorbancia	Abs. Corregida
0,2	0,052	0,052
0,4	0,102	0,104
0,6	0,152	0,156
0,8	0,194	0,208
1	0,226	0,26

Tabla 17. Contenido de Zinc en los abonos. Abs. : Absorbancia, Conc.: Concentración

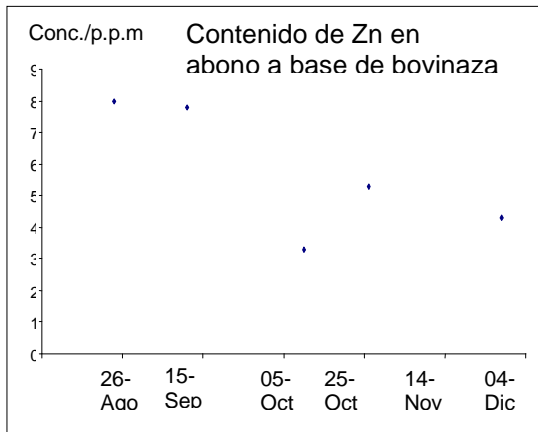


Gráfica 31. Curva de calibración de patrones para determinar el contenido de Zinc en los abonos.

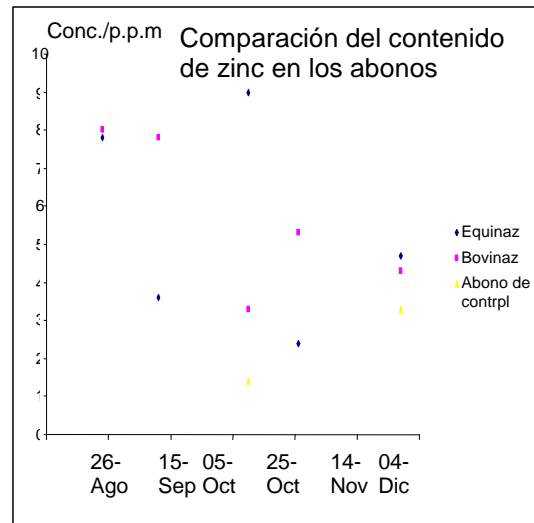


Gráfica 32. Contenido real de zinc en abono a base de equinaza.

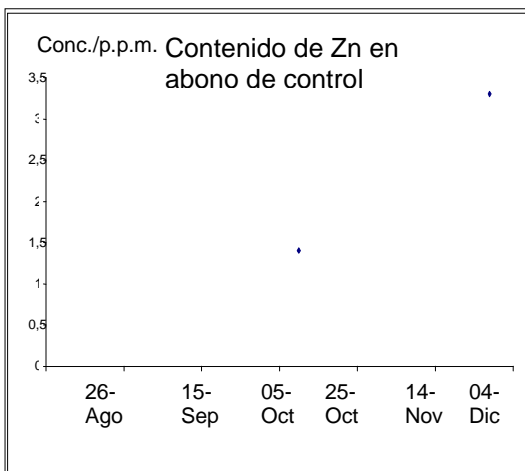
Abono	Equinaza			Conc.*10	Bovinaza			Control		
	Patrones	Abs.	Conc.		Abs.	Conc.	Conc.*10	Abs.	Conc.	Conc.*10
24-Ago	1 / 10	0,205	0,78	7,8	0,209	0,8	8.0			
11-Sep	1 / 10	0,096	0,36	3,6	0,202	0,78	7,8			
10-Oct	1 / 10	0,235	0,9	9	0,086	0,33	3,3	0,036	0,14	1,4
26-Oct	1 / 10	0,064	0,24	2,4	0,137	0,53	5,3			
28-Nov	1 / 10	0,123	0,47	4,7	0,113	0,43	4,3	0,085	0,33	3,3



Gráfica 33. Contenido de zinc en abono a base de bovinaza.



Gráfica 35. Comparación del contenido de zinc en los abonos.



Gráfica 34. Contenido de zinc en abono de control.

Al comparar detenidamente la grafica en la cual se encuentran los tres tipos de abonos se puede decir que nuevamente el abono a base de bovinaza en las primeras dos fechas de muestreo las cuales se realizaron antes de llevar los dos abonos en cuestión a probarlos en mini cultivos esta por encima del abono a base de equinaza y presenta un pronunciado declive entre la segunda y tercera fecha de muestreo, esto indica que se esta absorbiendo una buena cantidad de este nutriente por parte del cultivo bajo este tipo de abono. Por su parte, el abono a base de equinaza presenta un cambio contrario entre la segunda y tercera fecha de muestreo, una inclinación pronunciada la cual lleva a concluir que aun esta en estado de descomposición como se ha mencionado anteriormente basado en otros resultados analizados o simplemente que se absorben cantidades mínimas del nutrientes a través del tiempo. Mas tarde, para la siguiente fecha de muestreo el abono a base de equinaza presenta el mismo tipo de declive que

el que presentó el abono a base de bovinaza y este último presenta una inclinación no mayor a la que presento el abono a base de equinaza, este hecho es interpretado como se mencionó en una oportunidad un suceso inevitable presentado en la manera de llevar a cabo el muestreo ya que el suelo es heterogéneo y en unas zonas la cantidad de nutrientes es muy distinta que en otras y se presentan estos casos aunque es de esperarse que una vez recogida la cosecha la cantidad del nutriente aumente un poco ya que el suelo contrarresta la perdida del mismo gracias a esta ausencia. Esto ocurre tal cual para el suelo abonado con equinaza y en cambio para el suelo abonado con bovinaza es adverso.

Para el abono de control, la cantidad del nutriente en cuestión es más bajo comparado con los dos tipos de abonos anteriores y el primero muestra el mismo tipo de inclinación que presentan otras graficas después de recoger cosechas.

Para terminar se determina que el abono mas apropiado es nuevamente el hecho a base de bovinaza. El trabajo realizado en Barbosa, Antioquia muestra que se presenta un declive y luego una inclinación en las concentraciones de zinc, no obstante, es de esperarse esto ya que el contenido del nutriente baja ya que es asimilado y luego de un tiempo prudente aumenta ya que las plantas toman una suficiente cantidad hasta lo requerido pro esto se muestra una inclinación al final de los muestreos. **(5)**

8.2.7 MAGNESIO

Para esta ocasión se tomó como base de análisis una grafica que solo incluye los dos tipos de abonos en cuestión y se excluyo el abono de control. Para esta oportunidad se presenta una grafica por la cual se puede explicar de la mejor manera el planteamiento que se ha tratado de aclarar con los análisis anteriores.

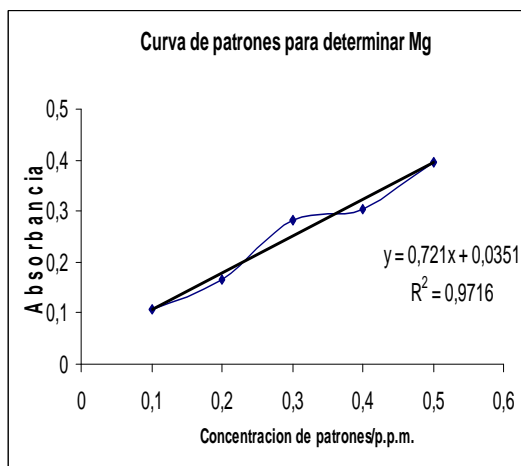
Patrones para Mg		
Patrón/p.p.m.	Absorbancia	Abs. Corregida
0,1	0,106	0,083
0,2	0,166	0,166
0,3	0,283	0,249
0,4	0,305	0,332
0,5	0,397	0,415

Tabla 18. Absorbancia de los patrones y sus respectivas concentraciones para determinar Magnesio.

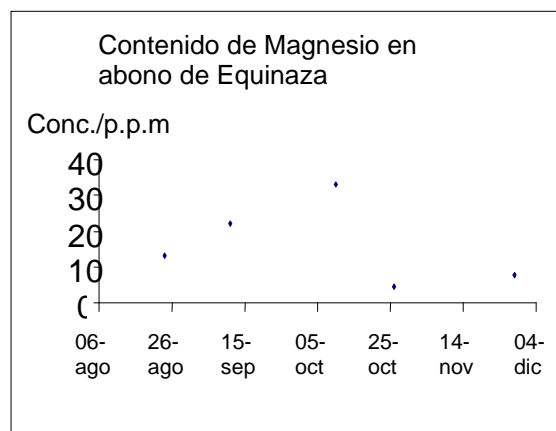
Fecha	Bovinaza				Equinaza		
	Patrones	Abs.	Conc.	Conc*100	Abs.	Conc.	Conc*100
24-Ago	1 / 100	0,205	0,24	24	0,107	0,01	1
11-Sep	1 / 100	0,36	0,45	45	0,194	0,22	22
10-Oct	1 / 100	0,214	0,25	25	0,273	0,33	33
26-Oct	1 / 100	0,117	0,113	11,3	0,068	0,045	45
28-Nov	1 / 100	0,091	0,077	7,7	0,152	0,162	16,2

Tabla 19. Contenido de Magnesio en los abonos. Abs. : Absorbancia, Conc.: Concentración

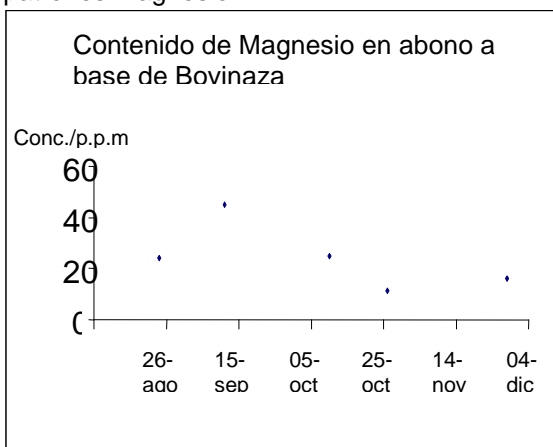
Para empezar, en las dos primeras fechas de muestreo nuevamente las cantidades de magnesio ilustrados en el abono a base de bovinaza están por encima de las cantidades mostradas por el abono a base de equinaza, por ende, este abono presenta una mayor cantidad del nutriente junto antes de ser llevado a cultivo.



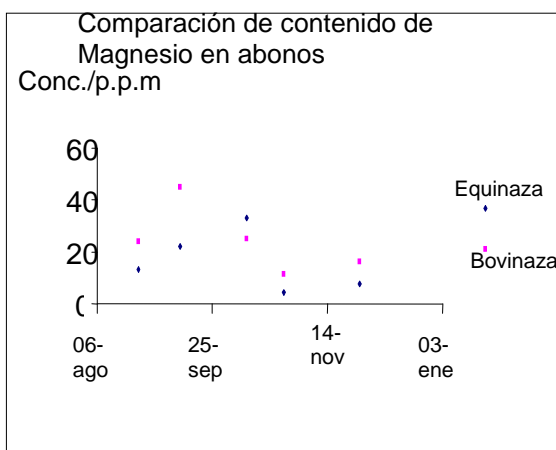
Grafica 36. Curva de calibración de los patrones magnesio



Grafica 38. Contenido de magnesio en abono a base de Equinaza



Grafica 37. Contenido de magnesio en abono a base de Bovinaza



Grafica 39. Comparación del contenido de magnesio en los abonos

Por otro lado, para el abono a base de equinaza se observó una cantidad muy baja en las dos primeras fechas de muestreo comparada con las cantidades mostradas en el abono a base de bovinaza. Sin embargo, este abono presentó una constante inclinación que se prolongó hasta finalizar las fechas de muestreo justo antes de recoger cosecha, esto llevó a concluir una vez más que el abono a base de equinaza estaba en estado de descomposición para este nutriente y se debe aclarar ante todo que esto no es así para todos los nutrientes ya que el suelo es una materia heterogéneo. No obstante, la cantidades al finalizar los muestreos y al ser comparadas confirma lo esperado, la cantidad de nutrientes en el abono a base de bovinaza es menor ya que la absorción por parte de los cultivos fue mas efectiva. Todo lo anterior lleva a concluir que el abono a base de bovinaza es el más apropiado.

Los resultados obtenidos en Barbosa, Antioquia para el magnesio fue un el comportamiento en el cual se presenta primero una inclinación y luego un declive 0.07%,0.165 y 0.19%, muy similar a los resultados dados en los muestreos de este trabajo para los dos tipos de abonos. **(5)**

8.2.8 POTASIO

Este es uno de los macro nutrientes más importante. La calidad de un abono se mide dependiendo de la cantidad de este mismo y de los contenidos de fósforo y por supuesto nitrógeno.

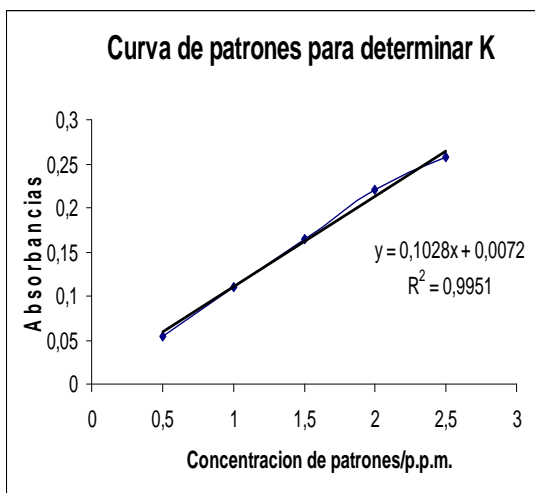
Para K		
Patrón/p.p.m.	Absorbancia	Corregida
0,5	0,01	0,055
1	0,017	0,11
1,5	0,165	0,165

2	0,206	0,22
2,5	0,26	0,257

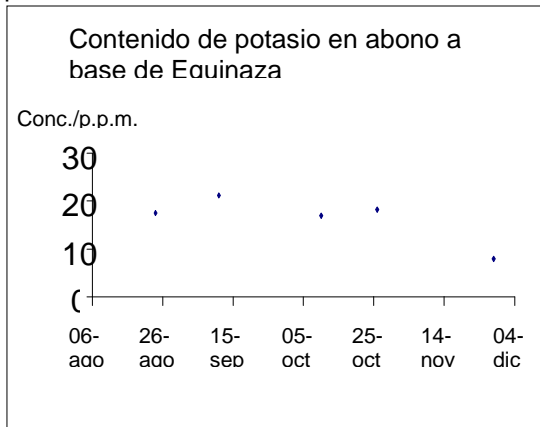
Tabla 20. Absorbancia de los patrones y sus respectivas concentraciones para determinar Potasio.

Fecha	Equinaza			Bovinaza			
	Patrones	Abs.	Conc.	Conc*10	Abs.	Conc.	Conc*10
24-Ago	1 / 10	0.1291	1.186	11.86	0,059	0,5	5
11-Sep	1 / 10	0,224	2,11	21,1	0,067	0,58	5,8
10-Oct	1 / 10	0,182	1,7	17	0,167	1,55	15,5
26-Oct	1 / 10	0,196	1,836	18,3	0,078	0,69	6,9
28-Nov	1 / 10	0,089	0,8	8	0.7186	0.0803	0.803

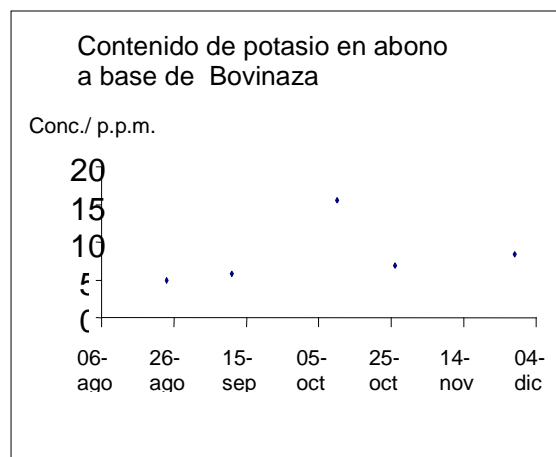
Tabla 21. Contenido de potasio en los abonos. Absorbancia, Conc.: Concentración



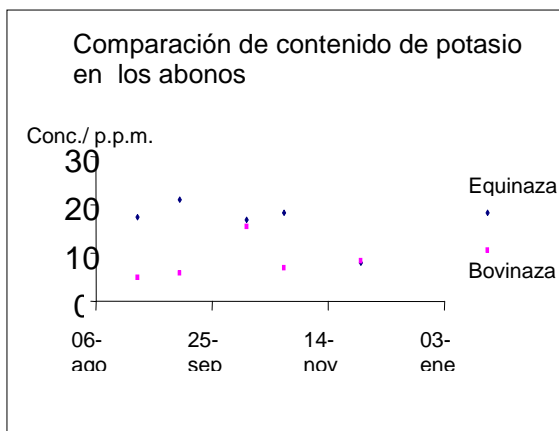
Gráfica 40. Curva de calibración de patrones para determinar el contenido de potasio en los abonos.



Gráfica 41. Contenido de potasio en abono a base de Equinaza.



Gráfica 42. Contenido de potasio en abono a base de Bovinaza.



Gráfica 43. Comparación del contenido de potasio en los abonos

Gracias a las tablas de datos y a sus graficas se nota una constante de comportamiento distinta respecto a las anteriores ya que en esta ocasión los contenidos del nutriente en el abono a base de equinaza son los que están por encima de los contenidos del nutriente en el abono a base de bovinaza en todo momento y a lo largo de los distintos muestreos.

No obstante, en la toma de muestras no hubo inicio igual en las fechas como se nota en la grafica ya que para el abono a base de equinaza las tomas fueron partir de la segunda fecha y para el abono a base de bovinaza fue partir de la primera pero la ultima fecha no hubo muestreo aunque para el abono a base de equinaza si hubo. Sin embargo se pueden realizar los distintos tipos de análisis con base a esta grafica.

Para el abono a base de equinaza se observa un comportamiento constante en los resultados analizados hasta al momento, en este se nota inicialmente un declive en el contenido del nutriente comprendido entre la segunda y tercera fecha de muestreo que incluye la época del inicio de los mini cultivos. Luego para la fecha de muestreo inmediatamente después se muestra una leve inclinación para finalmente decaer de nuevo hasta finalizar las fechas de muestreo. Lo anterior indica que el potasio se absorbe en una buena cantidad inclusive después de recoger cosechar.

Por otro lado, para el abono a base de bovinaza las cantidades de potasio para las dos primeras fechas de muestreo como se observa en la grafica aumentan como era esperado aunque levemente. Más tarde, en el periodo comprendido entre la segunda y tercera fecha de muestreo se muestra una inclinación que indica que el suelo ya abonado aún está en estado de descomposición suministrando así una buena cantidad de este nutriente en cuestión (este comportamiento no es necesariamente igual para el resto de los nutrientes del suelo). Finalmente, la curva sufre un declive de comportamiento similar al que muestra el abono a base de equinaza solo que este ultimo incluye la ultima fecha de muestreo pero no es obstáculo para definir que las cantidades de potasio son absorbidas eficientemente por parte

de los mini cultivos y que al final es este abono a base de bovinaza el que muestra una mínima cantidad del nutriente argumento que lleva a concluir que es este el abono por el cual los mini cultivos absorben mejor el nutriente.

8.2.9 NITRÓGENO

Concentración de ácido clorhídrico: 0.181 N

Para abono a base de equinaza			
Fechas	Peso de muestra/g	Vol. de ácido gastado/mL	% de nitrógeno
24 agosto	1.0084	1.5	0.3769
11septiembre	1.0104	1.7	0.4263
10 octubre	1.0253	1.9	0.4695
26 octubre	1.0149	1.1	0.2746
28 noviembre	1.0109	2.4	0.6016

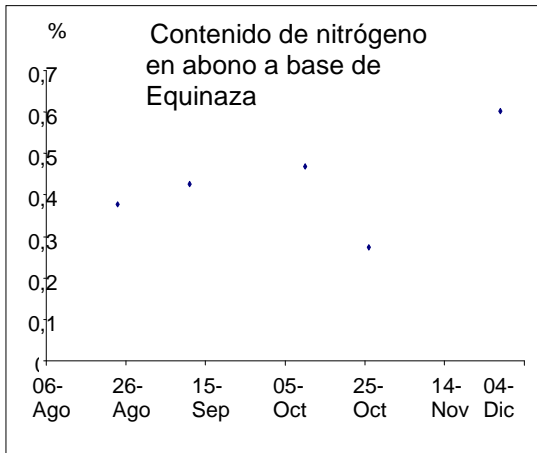
Tabla 22.Porcentaje de nitrógeno para abono a base de equinaza

Para abono a base de bovinaza			
Fechas	Peso de muestra/g	Vol. de ácido gastado/mL	% de nitrógeno
24 agosto	1.0069	2.0	0.5033
11septiembre	1.0073	2.2	0.5534
10 octubre	1.0355	2.0	0.4894
26 octubre	1.0024	1.6	0.4044
28 noviembre	1.0441	2.9	0.7167

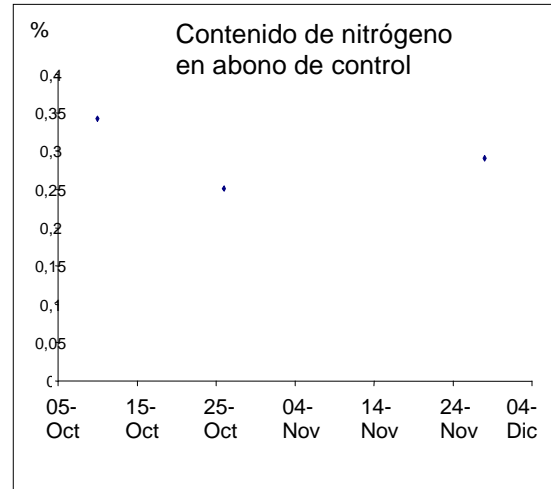
Tabla 23.Porcentaje de nitrógeno para abono a base de bovinaza

Para abono de control			
Fechas	Peso de muestra/g	Vol. de ácido gastado/mL	% de nitrógeno
10 octubre	1.0350	1.4	0.3427
26 octubre	1.0072	1.0	0.2515
28 noviembre	1.0483	1.2	0.2900

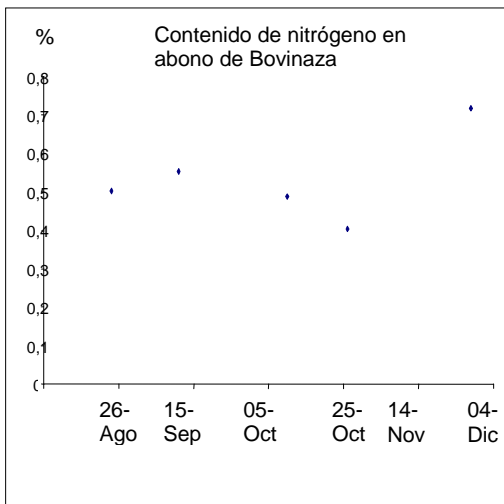
Tabla 24.Porcentaje de nitrógeno para abono de control.



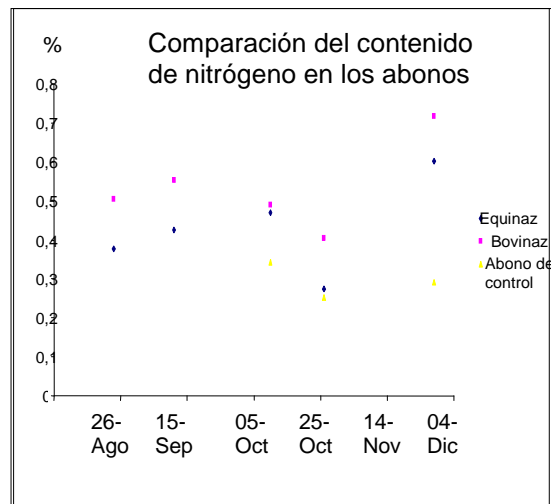
Gráfica 44. Contenido de nitrógeno en abono a base de equinaza.



Gráfica 46. Contenido de nitrógeno en abono de control.



Gráfica 45. Contenido de nitrógeno en abono a base de Bovinaza.



Gráfica 47. Comparación del contenido de nitrógeno en los abonos.

Las curvas permiten deducir que el abono a base de bovinaza a lo largo de las fechas de muestreo presenta una mayor cantidad de nutrientes comparado con los otros dos abonos. Además, las tres curvas de los abonos analizados presentan el mismo patrón de comportamiento que poseen los otros nutrientes analizados anteriormente, es decir, un aumento del nutriente comprendido entre las dos primeras fechas de muestreo justo antes y alrededor de la fecha de iniciado el mini cultivo, luego un descenso en el contenido del nutriente comprendido entre las fechas siguientes justo en el periodo umbral del mini cultivo que ilustra que el nutriente está siendo asimilado por las plantas que conforman el cultivo, y finalmente un nuevo pero menor aumento comparado con el primero del nutriente comprendido entre las dos últimas fechas de muestreo, exactamente después de post-cosecha y recolección del producto, esto es debido a que el suelo recupere

en minoría una cantidad del nutriente gracias a la ausencia de la fuente de absorción, los mini cultivos específicamente. El orden descendente en cantidad del nutriente es así: abono a base de bovinaza, abono a base de equinaza y abono de control.

El nitrógeno es en orden de prioridad el nutriente que cualifica la calidad del abono y de un compost al lado de fósforo y potasio. Estos tres nutrientes son los que comercialmente importan para definir si es bueno o no un abono. Lo anterior se debe a que la gran cantidad de bacterias presentes en la población microbiana son del tipo nitrificantes, por ende, uno de los productos principales de la descomposición de la materia prima será nitrógeno.

En conclusión, el abono a base de bovinaza es mejor abono que el abono a base de equinaza y este a su vez mejor que el abono de control.

8.3 CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS CON RESPECTO AL TIEMPO

Aquí para organizar los datos se debió tener en cuenta que los datos dados son promedio No es un dato por el cual se afirme con certeza la realidad global en el crecimiento de las plantas en los distintos mini cultivos ya que en ciertas zonas el desarrollo predominó más que en otras partes debido a la heterogeneidad en la absorción de los nutrientes encontrados en los suelos abonados.

Se tomó como primera referencia para comparar los mini cultivos de cilantro luego en los periodos próximos a la post-cosecha se comparó el tamaño y la cantidad producida de los primeros y de rábano.

Para contabilizar el promedio total de producción post-cosecha se contaron solo las plantas que estuvieran completamente desarrolladas y que estuviesen dentro de un rango considerable de altura, por ende, se excluyeron una cantidad mínima de las mismas.

Fecha de germinación para los mini cultivos de cilantro empleando todos lo abonos: 23 de septiembre.

Fecha de germinación para los mini cultivos de rábano-tomate empleando todos los abonos: 30 de septiembre.



Fotografía 6. Mini cultivo de tomate en abono a base de Equinaza en estado de germinación.



Fotografía 7. Mini cultivo de rábano en abono a base de equinaza en germinación



Fotografía 8. Mini cultivo de rábano en abono a base de Bovinaza en germinación.



Fotografía 9. Mini cultivo de tomate en abono a base de Bovinaza en germinación.



Fotografía 10. Mini cultivos de rábano y tomate en abono de control. (A la izquierda tomate y a la derecha rábano).



Fotografía 11. Mini cultivo de cilantro en abono a base de Equinaza.



Fotografía 12. Mini cultivo de cilantro en abono a base de bovinaza.



Fotografía 13. Mini cultivo de cilantro en abono de control.



Fotografía 14. Mini cultivos de cilantro en abono a base de Equinaza y mini cultivo de tomate-rábano en abono a base de Bovinaza. (Dos meses después de cultivar).



Fotografía 15. Mini cultivos de rábano-tomate (a base de abono de Bovinaza y equinaza) y cilantro en abono de control.



Fotografía 16. Mini cultivo de cilantro en abono a base de Bovinaza.



Fotografía 17. Comparación de los cilantros post-cosecha de los tres abonos (control, equinaza y bovinaza respectivamente).



Fotografía 18. Comparación de los rábanos en cosecha de los tres abonos (Equinaza, Bovinaza y de control respectivamente).



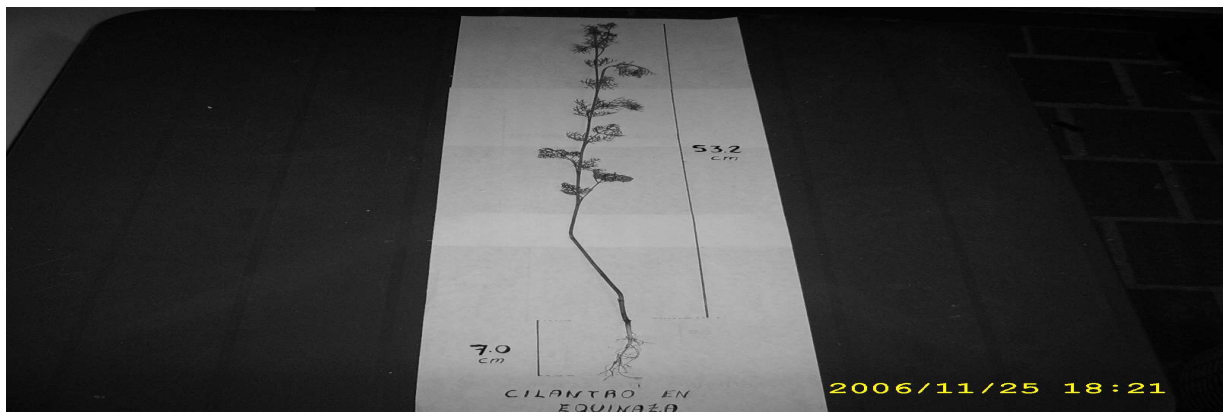
Fotografía 19. Dimensiones de rábano cosechado en abono a base de Bovinaza. Mes y medio después de germinar.



Fotografía 20. Dimensiones de rábano cosechado en abono a base de Equinaza. Mes y medio después de germinación.



Fotografía 21. Dimensiones de rábano cosechado en abono de control. Mes y medio después de germinación.



Fotografía 22. Dimensiones de cilantro post-cosecha en abono a base de Equinaza. Dos meses después de germinación.



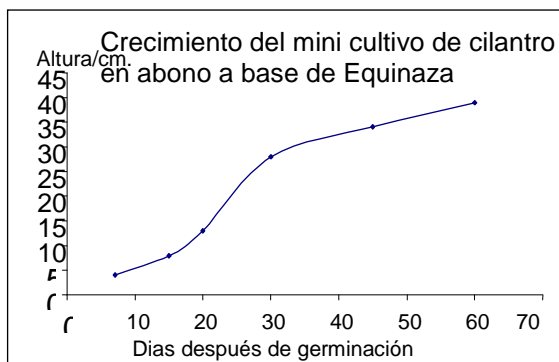
Fotografía 23. Dimensiones de cilantro post-cosecha en abono a base de Bovinaza. Dos meses después de germinación.



Fotografía 24. Dimensiones de cilantro en abono de control. Dos meses después de germinación.

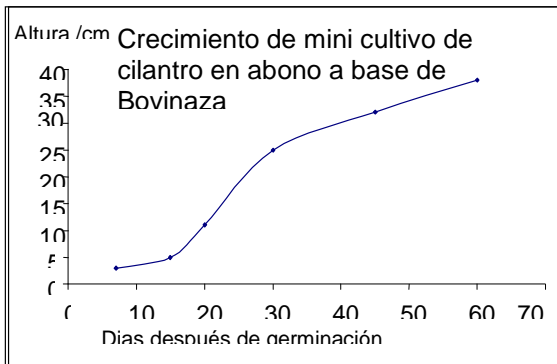
	Equinaza	Bovinaza	Control
Días después de la fecha de germinación	Altura promedio alcanzada en cm	Altura promedio alcanzada en cm	Altura promedio alcanzada en cm
7	3 a 5	2 a 3	Aun no habían germinado
15	7 a 9	5 a 6	2 a 3
20	12 a 15	10 a 13	6 a 7
30	25 a 30	22 a 28	15 a 18
45	32 a 35	31 a 33	25 a 28
50 (fecha de post-cosecha)	38 a 40	36 a 39	34 a 36

Tabla 25. Evolución de los minis cultivos en los abonos.

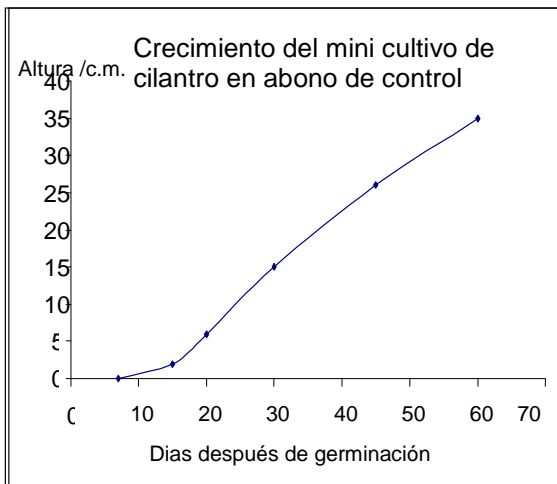


Grafica 48. Evolución del mini

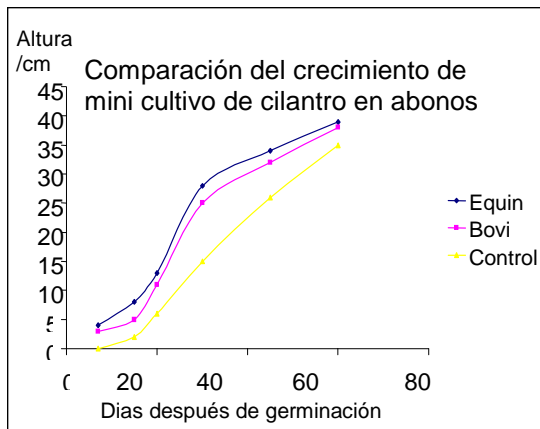
cultivo de cilantro con respecto al tiempo en abono a base de equinaza.



Grafica 49. Evolución del mini cultivo de cilantro con respecto al tiempo en abono a base de bovinaza.



Grafica 50. Evolución del mini cultivo de cilantro con respecto al tiempo en abono de control.



Grafica 51. Comparación de la evolución de los minis cultivos de cilantro en los abonos.

8.4 PRODUCCIÓN DE COSECHA DE CILANTRO LOS SUELOS ABONADOS

La siguiente sección del informe final es para mostrar la productividad de los tres suelos abonados con los abonos en cuestión

Cantidad de plantas recogidas

Para el suelo abonado a base de equinaza en un área de $70 \times 50 \text{ cm}^2$:

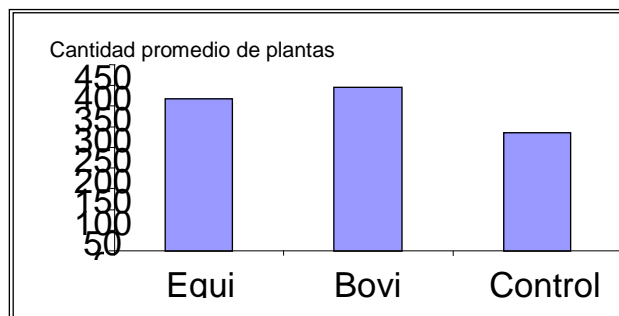
367 plantas de alturas comprendidas entre 8 a 41 cm

Para el suelo abonado a base de bovinaza en un area de $65 \times 45 \text{ cm}^2$:

396 plantas de alturas comprendidas entre 6 a 39 cm

Para el suelo abonado a base de abono de control en un área de $75 \times 50 \text{ cm}^2$:

286 plantas de alturas comprendidas entre 7 a 42 cm



Grafica 52. Comparación de la productividad de cosecha en los minis cultivos de cilantro en los abonos.

9. OBSERVACIONES

Se notó que ha medida que transcurría el tiempo y se dejaba a la intemperie los sacos que contenían los pequeños ripios de hojas estos quedaron en un punto óptimo para ser utilizados en la fabricación de los abonos, prediciendo así que el tiempo para terminar estos últimos sería menor.

Para la tierra negra se observó una coloración y una humedad apropiada con una textura suave y un tamaño de terrón mínimo lo cual es importante ya que facilitaría la descomposición de la materia prima.

Por otro lado, se debió realizar una mezcla agua y estiércol para luego formar la capa correspondiente de estiércol en el futuro cimiento que se convertiría en abono debido a que en este estado de solución es mayor la degradación que en estado grueso y compacto de cada uno de los estiércoles entonces con el pasar del tiempo se observó una mejor absorción por parte de los suelos del contenido de los estiércoles.

Una vez pasado un lapso de tiempo prudente a dos semanas se observó una buena cantidad creciente de organismos rastreros como gusanos y hormigas de todos los tamaños y un sin número de hongos que crecieron a lo largo y ancho del abono. Lo anterior indicó que efectivamente el propósito de lograr un buen abono se estaba cumpliendo cabe resaltar que en el abono de equinaza la cantidad de estos organismos fue mayor. Se cita también la presencia de malezas de alturas pequeñas que mayoritariamente estaban esparcidas en el abono a base de equinaza.

Más tarde, se agujeraron las carpas negras que cubrían los abonos para darle mayor aireación ya que la población microbiana lo necesitaba por eso se toma como alternativa el paleo o la remoción del abono que ayuda a aumentar esta variable y a regular la temperatura. No obstante esto llevo al error ya que el factor que determinó que nunca se llegara a la temperatura máxima de 75⁰C ya que los agujeros permitieron un escape mínimo y constante de calor. Lo anterior sumado al descuido del autor para el paleado y humedecimiento constantemente de los abonos fueron factores que llevaron a la muerte de muchos de los microorganismos que inicialmente convivieron en los abonos y al atraso en la fabricación de estos.

Una vez se observó que el suelo tenía un aspecto homogéneo en textura, color, humedad y olor a bosque húmedo se determinó que estos estaban listos para ser llevados a los mini cultivos y así ser comparados.

Una vez en la elaboración de los mini cultivos se seleccionó una área

requerida en el cual se distribuyeron estratégicamente los tres tipos de abonos en los tres tipos de mini cultivo en forma de I e intercalado los abonos para que estuviesen lo más separado posible ya que se entiende por experiencia de los agricultores que los abonos a base de equinaza actúan como repelente natural y como fuente para propagación de malezas, hecho que se comprobó después.

Se notó además que efectivamente los mini cultivos evolucionaron mas rápidamente en los abonos a base de equinaza y bovinaza hasta un cierto periodo y luego este crecimiento desaceleró y se mantuvo de esta manera hasta el final del proyecto aunque hubo marcada diferencia en el tamaño y en la cantidad de las plantas siendo así que el mini cultivo en el suelo abonado a base de equinaza se desarrollo más rápido pero fue el mini cultivo en el suelo abonado a base de bovinaza el mas productivo, con mayor tonalidad en el color de las hojas y tallos, mayor grosor de tallos, mayor tamaño de hojas.

Respecto a la apariencia de las hojas y deficiencia de metales:

La deficiencia de magnesio, manganeso y potasio provoca un color amarillo en las hojas quemaduras en los bordes y punta de las mismas. **(19)**

A la deficiencia de fósforo difiere de la del nitrógeno en que es extremadamente difícil de diagnosticar, y los cultivos pueden estar padeciendo una grave inanición sin que exista ningún signo obvio de que la responsable sea la falta de fósforo.

Las raíces de las plantas que padecen una escasez aguda de fosfatos se muestran raquílicas y la adición de superfosfatos ayuda a contrarrestar este efecto.

El potasio no es un constituyente de la estructura de la planta interviniendo únicamente en su metabolismo. A la escasez de este se le considera la responsable de la pobre asimilación de anhídrido carbónico en la fotosíntesis. **(15)**

10. ALGUNOS FERTILIZANTES COMERCIALES

A partir de esta sección se muestra algunos de los abonos utilizados comúnmente en los campos de Colombia uno de los mas difundidos es el abono orgánico ABIMGRA y el resto son fertilizantes orgánicos y fertilizantes químicos con contenidos de nutrientes mas específicos por ejemplo, algunos contienen altas concentraciones de magnesio solamente y otros solo altas concentraciones de fósforo o en otros casos combinaciones de dos o mas nutrientes específicos.

Las ventajas de estos frente a los abonos mostrados en el trabajo es que la absorción de los nutrientes es mas rápida y específica debido a que cantidades de absorción de determinados nutrientes varia del tipo de cultivo es decir, para las hortalizas por ejemplo la cantidad de hierro, magnesio, zinc y sodio absorbido es mayor inclusive mayor que la de fosfatos comparados con cultivos de tubérculos como la yuca ya que estos últimos la absorción de materia orgánica es mayor que la de micros nutrientes por las reservas de almidón que debe tener.

Por otro lado, las concentraciones partes por millón, p.p.m. de los abonos trabajados en este proyecto presentaron niveles más bajos comparados con los abonos comerciales pero el cultivo sin embargo tomó las cantidades necesarias y por ende esto no fue obstáculo para llegar a las metas propuestas.

1) ABONOS DE COLOMBIA S.A. ABOCOL.

FOSKFER

Empresa Productora: Abocol S.A.

Formulación: Fertilizante Sólido

Fórmula Química: KH_2PO_4

Solubilidad en Agua a 20°C: 22.5 g/100 cc

Fórmula comercial	0-52-34
Composición Garantizada	Fósforo total P_2O_5 52% Potasio (K_2O) 34%
Beneficios	Fertirrigación, Enmienda Sólida y Fertilización Foliar.
Usos	Fuente altamente concentrada y 100% soluble de fósforo y potasio. Se puede aplicar en edáficamente. Bajo efecto acidificante en la solución, adecuado para bajos niveles de bicarbonatos

NITROFER Ca SOL

Empresa Productora: Abocol S.A.
 Formulación: Fertilizante Sólido
 Fórmula Química: $5\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.
 Solubilidad en Agua a 20°C: 129.3 g/100 g agua

Fórmula comercial	15.5-0-0-26 CaO
Composición Garantizada	Nitrógeno Total 15.5% Nitrógeno Nítrico 14.4% Nitrógeno Amoniacal 1.1% Calcio (CaO) 26
Beneficios	Mejora el sistema radicular de la planta. El calcio antagoniza el efecto dispersante del sodio en suelos sódicos y el ión nitrato es el único antagonista fisiológico del ión cloruro, lo que lo hace una fuente de alto valor en condiciones de salinidad.

Abonos de Colombia **(23)**

2) FERTILIZANTES DE COLOMBIA. FERTICOL

Urea 46-0-0

Formulación Química	H_2NCONH_2
Estado Físico	Sólido Granular
Color	Blanco
pH en solución al 10%	7.5
Humedad Maxima	1%
Solubilidad en Agua	Soluble
Amoniaco Libre	200 ppm
Nitrógeno Total (N)	46%
Nitrógeno Ureico (N)	46%

Triple 15-15-15

Formulación Química	$\text{NH}_4(\text{NO}_3)$, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, KCl
Estado Físico	Sólido Granular
Color	Blanco
pH en solución al 10%	7.0
Humedad Maxima	1%
Solubilidad en Agua	Soluble
Nitrógeno Total (N)	15%
Nitrógeno Nítrico (N)	9.1%
Nitrógeno Amoniacal (N)	5.9%

Fósforo asimilable (P ₂ O ₅)	15%
Potasio Soluble (K ₂ O)	15%

Abonos de FERTICOL (25)

3) PRODUCTOS FERTILIZANTES DE COLANTA

FERTIORGANICO

Registro: ICA 3628

Composición:5-5-5

Fertiorganico COLANTA además está enriquecido con nitrógeno, fósforo y potasio, lo cual le aumenta la eficiencia en el campo. En potreros, debe aplicarse preferentemente con un renovador de praderas para descompactar, airear el suelo e incorporar la materia orgánica que se aplica al aplicar fertiorgánico. En otros cultivos, debe utilizarse en la siembra, o al momento del aporque, mezclado con suelo de buena calidad.

FOSFORO COLANTA

Registro: ICA 3926

Composición: 0-31-0 25

Es una excelente fuente de fósforo para pastos y otros cultivos, el cual esta disponible en forma inmediata, a mediano y largo plazo y además realiza un aporte importante de nitrógeno amoniacal. Por su contenido de calcio también puede utilizarse como enmienda durante la etapa de establecimiento, o como parte de la fertilización de mantenimiento.

UREA COLANTA

Registro: ICA 2272

Composición: 46-0-0

Es la fuente de nitrógeno, siendo en su totalidad (46%) de carácter ureico. La urea, sola o en mezcla con otros nutrientes, por sus posibilidades de evaporación, se recomienda aplicarla en las ultimas horas de la tarde, cuando las temperaturas y el brillo solar hayan disminuido, o el cielo esté nublado con posibilidad de lluvia porque se lixivia en el suelo con exceso de lluvia o riego. El exceso de nitrógeno puede causar excesivo desarrollo foliar y poca producción de flores y frutos, además de debilidad estructural en las plantas.

CLORURO DE POTASIO

Registro: ICA No 2432

Composición: KCL – 0- 0- 60

El Cloruro de Potasio es una fuente comercial de potasio (60%). Se utiliza sólo, o en mezcla con otras materias primas que son fuente de otros

nutrientes, para producir una mezcla completa para fertilizar un cultivo. El potasio es responsable en la planta entre otras muchas funciones, de la resistencia a las plagas y enfermedades y la calidad de los frutos.

SULFATO DE POTASIO Y MAGNESIO

Registro: ICA No 3634

El sulfato de potasio y magnesio es una fuente comercial de potasio (22%), de magnesio (18 %) y de azufre (22%). Como es un compuesto que contiene 3 nutrientes, su acción en la planta es múltiple. El magnesio es un componente de la clorofila y el azufre de los aminoácidos. Puede usarse sólo o en mezcla con otras materias primas de varios nutrientes para producir un fertilizante mezcla física. **(24)**

4) ABONOS ORGANICOS ABIMGRA

La estructura interna del COMPUESTO ABIMGRA está formada por un 60% de coloide orgánico y 40% de coloide mineral, cuya composición es la siguiente: 60% de gallinaza de óptima calidad, 20% de polihalita ($K_2MgCa_2(SO_4)_4H_2O$),

10% de roca fosfórica de 36% de pentóxido de fósforo, 10% de bases de azufre rico en sulfatos orgánicos.

La relación de los elementos alcalinos calcio, magnesio y potasio, concatenados con la materia orgánica; el fósforo de lenta solubilidad y homogenizado con el azufre hacen que COMPUESTO ABIMGRA no presente en su paquete nutritivo antagonismos; logrando mejorar la estructura del suelo, constituyendo agregados que determinan, desde el punto vista agrícola, una mayor permeabilidad, aireación y drenaje interno del suelo.

VENTAJAS DE FERTILIZAR CON COMPUESTOS ABIMGRA

- Compuesto ABIMGRA aporta gran diversidad de microorganismos que ayudan a descomponer los residuos de agroquímicos, así como también los residuos vegetales y de animales que se encuentran en el suelo.
- Desarrolla en el suelo una microflora especial: Microorganismos influyentes directos del mantenimiento de la estructura (características físicas del suelo), y pequeños terrones o grumos que facilitan el movimiento del aire y del agua.
- Es compatible con fertilizantes químicos. Está libre de melazas y hongos patógenos, garantizado por pruebas de campo y de laboratorio.**(22)**

11. CONCLUSIONES

Se cumplieron los objetivos propuestos como los de fabricar abonos netamente orgánicos de bajos costos con materia prima barata y fácil de conseguir, elaborados a través de métodos fácilmente reproducibles para una inmediata accesibilidad por parte del campesinado en general. Una vez elaborados estos se prosiguió a abonar los suelos con los mismos para comparar las efectividades sobre la rapidez de cosecha y producción en los mini cultivos y comprobar las ventajas que tiene cultivar con abonos orgánicos frente a suelos que son abonados a partir de compost simplemente.

Se cumplió otro de los objetivos como era el de caracterizar los tres tipos de abonos en distintas fechas de muestreo a lo largo del desarrollo del proyecto específicamente así para los dos primeras fechas los dos abonos en cuestión a base de bovinaza y a base de equinaza y partir de la tercera fecha los tres abonos en los cuales se incluyó el de control (CENIVAM). Esta caracterización consistió en medir las concentraciones de unos pocos micros nutrientes como lo son, manganeso, magnesio, zinc, y de los macros nutrientes más importantes como lo son nitrógeno, fósforo, potasio respectivamente. Basado en lo anterior se comprobó que las cantidades de nutrientes encontrados en los abonos elaborados es mayor que en el abono de control cuyo elaboración fue a base de compostaje, exceptuando del nutriente manganeso que estuvo en muy baja proporción en ambos abonos. Al finalizar la caracterización se concluyó que el abono óptimo entre los tres estudiados para llevarlo a los suelos agrícolas en este caso es el realizado a base de bovinaza debido a su rápida elaboración, fácil obtención de materia prima, y al alto contenido de nutrientes.

12. RECOMENDACIONES

Se recomienda mayor atención y cuidado en la etapa primaria de la elaboración de un abono como lo es escoger un estiércol de un tipo de ganado sano y joven que no haya sido alimentado por concentrados desmedidamente ni presente enfermedades como difteria o fiebre aftosa entre otras. Luego, tener cuidado de no escoger entre los rípios de hojas residuos de una planta ornamental muy empleada en las cercas llamada popularmente “suingle” ya que se considera a partir de estudios que esta planta contiene una serie de componentes que actúan como herbicida y acaba con la población microbiana, maquinaria principal para la elaboración de los abonos en cuestión. Además, si se trabaja con lombriz roja californiana se comprobaría aun más este argumento ya que esta especie de lombriz no se alimenta de la hoja de esta planta.

También se recomienda emplear el método de paleado constantemente, cada dos o tres días para oxigenar el abono y facilitar así el trabajo de la población microbiana. De igual manera es importante un riego de agua en el abono cada tres días para llevar a cabo dicha meta ya que un buen grado de humedad ayuda a la descomposición de la materia prima con una mayor efectividad y rapidez.

Se recomienda tomar las muestras bajo un método que lleve a una mejor homogenización en el muestreo y en zonas estratégicas de manera constantes a lo largo del desarrollo para una futura reproducibilidad de este trabajo. Este muestreo y caracterización se debe realizar mínimo en un lapso de tiempo de quince días entre fechas y en una cantidad promedio de diez tomas para que el rango de confiabilidad y el sondeo estadístico sea el más óptimo y eficiente.

Una vez se realice el cultivo se recomienda podar o desyerbar la maleza ya que esta absorbe la cantidad de nutrientes que debería estar absorbiendo el mini cultivo.

Se recomienda que si el campesinado habita en las riberas de ríos tener cuidado con el agua de riego que utiliza como fuentes estos ríos ya que se debe evitar tomar agua de ríos contaminados con metales pesados como mercurio, plomo y agentes como cianuro entre otros.

Si el deseo del campesino es aumentar todos los nutrientes o la gran mayoría de estos debe proceder así adicionar paulatinamente en periodos de tiempo largos ni mucho menos cortos cantidades gradualmente pequeñas de urea para aumentar nitrógeno especialmente, sales de fósforos por ejemplo y al alcance de los campesinos roca fosfórica, sales de magnesio y zinc. Si el

deseo del campesino es aumentar la población microbiana y así agilizar el proceso de descomposición y luego la absorción de nutrientes debe adicionar cal dolomita y leche en descomposición que a su vez aumentan la cantidad de calcio. Por ultimo, es recomendable exceder comparado con la cantidad de estiércol los desechos vegetales y frutales ya que estos aportan en mayoría los minerales, por ejemplo el banano es reconocido por ser fuente rica en potasio y hierro al igual que las hortalizas.

Se recomienda con respecto al pH llevar a una cercanía a la neutralidad ya que así se mejora la descomposición de la materia orgánica y la actividad biológica. Además entre más ácido sea el suelo las raíces de las plantas se ven obligadas a liberar cationes pero un pH óptimo ayuda a las formas solubles de los nutrientes que sean absorbibles. Entre 4-10 se absorbe mejor el nitrógeno en forma de nitrato y amonio, el fósforo en forma de fosfatos, potasio +1 y otros metales nombrados aunque la mayoría son poco disponibles a pH menores a 6 solo el Fe y el Mn están disponibles debajo de este rango. **(19)**

Para la adición de fertilizantes se recomienda al campesino lo siguiente:

Urea: uno de los fertilizantes con mayor concentración de nitrógeno 45%, baja higroscopicidad y no inflamable ni explosivo.

Se obtiene en fabricas de amoniaco, empleando grandes cantidades de dióxido de carbono que se producen en ellas como subproducto de la fabricación de hidrogeno.

Adicionar KCl en el suelo aumenta las concentraciones de potasio. Este producto es una sal blanca, de cristales cúbicos, salado, no es higroscópico como el cloruro de sodio y es soluble en agua. Es recomendable para terrenos alcalinos y es empleado para la fabricación de fertilizantes compuestos. **(21)**

Para el manejo de los residuos de la cosecha:

Se deben considerar a los residuos de la cosecha como cosa a parte de la materia orgánica del suelo. Pueden producir varios efectos importantes sobre el suelo y actúa sobre el de la siguiente manera:

Como cubierta protectora sobre la superficie del suelo, los residuos de la cosecha impiden el deterioro de su estructura que podría producirse por efecto de las lluvias de gran intensidad. Esta función puede utilizarse para evitar la erosión de los suelos y aumentar la infiltración del agua dentro de la capa superior del suelo.

Los residuos de la cosecha aíslan la superficie del suelo contra los cambios bruscos de temperatura. **(1)**

Se recomienda para el empleo de fertilizantes tipo fosfatos:

El fósforo lo absorben las plantas en las formas aniónicas de fosfatos: PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , y H_2PO_4^- . El primero esta fundamentalmente en suelos alcalinos y el tercero en medio ácido. Se debe fertilizar el suelo al cabo de la plantación tempranamente o en el ciclo vegetativo aunque el 30% de este será insoluble. **(20)**

Fertilizantes a base de magnesio. Constituyente de la clorofila y transportador de fosfatos por medio de silicatos de Mg para aumentar la eficiencia de los fertilizantes de superfosfatos. Para subir la concentración de Mg se emplea cal dolomita Mg_2O .

Fertilizantes a base de manganeso. La planta absorbe la forma divalente y entre mayor sea la acidez del suelo mayor es la absorción y además, una buena provisión de este contrarresta el efecto de baja aireación. **(15)**

13. NOTAS DEL AUTOR

Para madurar tanto personal como profesionalmente el químico no solo debe hacer de los laboratorios, las aulas, o las empresas su espacio para ejercer sino también debe desenvolverse en el vivir diario que ofrecen los campos o las calles ya que el mejor de los profesionales es aquel que es polifacético, adaptable en toda condición de trabajo y espacio, efectivo y eficaz en todo aquello que se proponga. Por tanto, para cumplir los propósitos planteados en el anterior trabajo de tesis de grado, se acudió al campo donde verdaderamente esta el reto como profesional.

Así que no fueron suficientes los conocimientos ofrecidos y adquiridos en las aulas y en los libros sin menospreciar claro el esfuerzo realizado por mí y por todas aquellas personas que me permitieron convertirme en lo que soy ahora, un profesional. Por ende, antes, durante y después del desarrollo del trabajo de la tesis se absorbió, se comparó, se adoptó y se adaptó toda idea o herramienta que ayudase a llevar a cabo mi desempeño como futuro profesional; entre estos casos en el particular traslade dichos conocimientos al área de la agricultura.

Los siguientes son los aportes que daré desde mi experiencia dejada por trabajos dentro y fuera del claustro universitario en el área anteriormente mencionada.

Para empezar, el químico debe observar muy detalladamente todo suelo en el cual se piense trabajar con fines agrícolas o relacionado con lo anterior para así recomendar uno o varios métodos para mejorarlo y hacerlo lo mas optimo posible para emplearlo en cierto tipo de cultivo ya que dependiendo de este se deben modificar las condiciones para abonar, por ejemplo, entre estos métodos esta el la mejora de la técnica de riego y los análisis de muestras de aguas usadas para esto.

Luego de escoger el tipo de cultivo se debe emplear adecuadamente el tipo de abono ya que si la intención es cultivar legumbres y vegetales se debe enriquecer estos con tantos micros nutrientes sea posibles como magnesio, zinc sodio y hierro, principalmente; aunque para el hierro una fuente alternativa para el consumo humano son las vísceras de mamíferos. Además, se debe también enriquecer este suelo con los micros nutrientes como potasio, calcio, nitrógeno y fósforo prioritariamente los tres primeros ya que una fuente alternativa para el consumo humano para el último es el pescado.

Por otro lado, sí la intención es cultivar tubérculos como por ejemplo la yuca y la papa, el suelo debe aportar mas materia orgánica para aumentar la

concentración de carbonos la cual es la materia prima para construir almidones. Entonces, el abono mas rudimentario para tal propósito es aquel que emplea entre sus materiales grandes cantidades de aserrín o en su defecto papel blanco ya que el que contiene tinta podría intoxicar los suelos y si se emplea la ayuda de lombrices rojas puede llevar a provocar la muerte de estas.

Sí, la intención es cultivar árboles frutales se debe en general preparar el suelo con un abono tal que acelere el crecimiento del cultivo en sus etapas iniciales luego se debe disminuir la dosificación y alternarlo con un abono foliar que dependerá del tipo de cultivo ya que estos son aun mas específicos en nutrientes por ejemplo si el cultivo es de la familia del banano se debe emplear un abono rico en nutrientes como potasio, nitrógeno sin omitir claro a otros nutrientes como fósforo y calcio que ayudarían a un rápido y optimo crecimiento, se debe hacer énfasis en los dos primeros ya que los cultivos de este tipo aportan a la dieta de los seres vivos gran cantidad de potasio y fibra., la mayor fuente de fibra es la materia orgánica. En otras palabras, el suelo debe ser cada vez mas oscuro y húmedo.

Sí, la intención es cultivar a gran escala y en un tiempo prudente se deben emplear una serie de combinaciones con fertilizantes y abonos orgánicos para que no haya efectos secundarios adversos para los suelos y para los mismos cultivos.

Para que todo lo anterior se lleve a cabo sin contratiempos y de manera efectiva, se debe emplear la ayuda de los análisis de laboratorios de suelos, aguas, bacteriológicos y bromatológicos para así tomar la mejor de las decisiones cuando se quiera optimizar el desarrollo de cualesquiera tipo de cultivo a través de un monitoreo de los diversos nutrientes.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) ACADEMIA NACIONAL DE CIENCIAS DE WASHINGTON. Suelos de las regiones tropicales húmedas. Washington, Estados Unidos de América. 1975
- 2) ALDRICH. Catalog Handbook of fine chemicals. 2005-2006.
- 3) CAICEDO, Edgar Alberto. Suelos.
- 4) CAMARGO, Jaime y PEDRAZA, Juan. Práctica de química analítica cuantitativa. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga. 1989.
- 5) ESCOBAR, Carlos; URIBE, Jaramillo. Producción "compost" a partir de heces de cerdo mediante lombriz de tierra y evaluación de la biomasa de estas. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. Facultad de Agronomía. 1985
- 6) GOMEZ, G. Abonos orgánicos, Santiago de Cali. Impreso en talleres gráfica de impresos Feriva S.A.
- 7) GONZÁLEZ, Sotelo Alfredo. Aplicación y efecto residual del estiércol en la producción y calidad del buffel (*Cenchrus ciliaris* c. v. *Texas-4464*) en el trópico seco. Universidad de Colima. Postgrado Interinstitucional en Ciencias Pecuarias. COLIMA, COLIMA, MÉXICO. Febrero 1995
- 8) ICA, Instituto Colombiano Agropecuario. Resolución 00150 de enero 26 de 2003
- 9) LANCHEROS, E. Evaluación de efectos ambientales de los fertilizantes químicos y orgánicos. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga. 2001
- 10) LEON, González. Laboratorio de suelos agrícolas. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga
- 11) MEJIA, L; PALENCIA, G. Abono Orgánico: manejo y uso en el cultivo de cacao. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA. Regional 7, Bucaramanga. 2003
- 12) MUÑOZ, Trochez Jose Selimo. Compostaje en Pescador, Cauca: Tecnología Apropriada para el manejo de residuos orgánicos y su

contribución a la solución de problemas medioambientales. Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira. Facultad de Ingeniería y Administración Agropecuaria. Centro Internacional de Agricultura Tropical.2005

13) ORTEGA, Puerto Julio. Material de apoyo, sistemas de producción animal, parte I. Fundación Universidad de Bogota Jorge Tadeo Lozano. Administración de Empresas Agropecuarias.

14) PERKIN HELMER. Manual para calibración de equipos de absorción atómica 372

15) RUSSEL, Jhon y Walter. Las condiciones del suelo y el crecimiento de las plantas. 1968

16) STANDARD METHODS. For the examination of water and wastewater.17^a ed.1989. American public health association.

17) 15)SKOOG, Douglas. Principios de Química Analítica Instrumental. Mc-Graw Hill.

18) SKOOG, Douglas. Química Analítica . Mc-Graw Hill.

19) Suelos Agrícolas. Facultad de Estudios a Distancias-FEDI.Universidad Industrial de Santander.

20) VELASCO-MOLINA, Hugo. Uso y manejo del suelo. Estudios de campo, determinaciones físicas y químicas, prácticas de recuperación y mejoramiento. Instituto Técnico y de estudios Superiores de Monterrey, México. Ed. Noriega.1988

21) VILLAMIZAR, Isaias, SIERRA, Nury. Estudio Técnico Económico para una planta de abonos compuestos a partir de fosfatos de los Santanderes. Universidad Industrial de Santander. División de ciencias Físico-Químicas. Facultad de Ingeniería Química. Bucaramanga.1981

Referencias virtuales

22) www.abimgra.com

23) www.abocol.com

24) www.colanta.com

25) www.Ferticol.com

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- 1) ARENAS, Maria del Pilar; GONZALEZ, Luis. Conclusiones sobre el contexto ambiental y socioeconómico en el manejo de guaduales en la cuenca del rio cauca, Cauca, Colombia. Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira.
- 3) CORREA, Moreno. Diana Lucía Cuadernos. Problemas agropecuarios en San Andrés Isla: análisis Transdisciplinarios *del Caribe N° 7*. Caracterización y diagnóstico participativo de suelos de algunas unidades productivas en San Andrés Isla. Universidad Nacional de Colombia sede Caribe
- 3) EAGLE, David. Manejo del suelo. Ed. Librería" el ateneo". Buenos Aires, Argentina. 1987
- 4) IGNATIEFF, Vladimir. El uso eficaz de los fertilizantes. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación. Quinta impresión. 1969
- 5) LEBLANC, H. A.; CERRATO, M.E.; VELEX, L.A. Comparación del contenido nutricional de BOKASHIS elaborados con desechos de fincas del trópico húmedo de Costa Rica. Universidad EARTH. Las Mercedes de Guacimo, Limon, Costa Rica.
- 6) IRUSTA, Fernando. Estudio de suelos de Santander .Zonas Tabacaleras. Instituto Nacional de Fomento Tabacalero. Bogota. 1961
- 7) RAMIREZ, Roberto. Características de los suelos de altillanura plana y acondicionamiento mediante el uso de correctivos, fertilizantes, y abonos orgánicos. Puerto carreño, Vichada. Noviembre, 2002.
- 8) RODRIGUEZ; Gonzalo; GARCIA Hugo; CAMACHO; Jesús; ARIAS, Freddy. EL almidón de Achira o Sagú (*canna edulis, ker*). Manual técnico para su elaboración: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-CORPOICA con la cofinanciación del programa Nacional de Transferencia de tecnología Agropecuaria-PRONATTA. Tibaitatá, julio de 2003
- 9) STALLINGS, J.H. El suelo. Su uso y mejoramiento. Departamento de agricultura de los Estados Unidos. Parte III. 1975.
- 10) SUAREZ, Fernando. Conservación de suelos. SALVAT Editores S.A. Barcelona, España. 1965

11) SUQUILANDA, Manuel. Manejo integrado de plagas en el cultivo de arroz. Proyecto manejo adecuado de plaguicidas. Organización mundial de la salud. Organización panamericana de la salud. Macara, Ecuador; Suvo, Peru.2003

12) VALENZUELA Ruiz, Tomas. Dirección general de distritos de riego. Departamento de riego y drenaje Las interacciones entre iones específicos de los fertilizantes y de las sales del suelo. Memorando numero 346. México D.F. México. Octubre 1975.

13) VARGAS Julio E.; ARROYAVE José F.;RIVERA Bernando. Evaluación participativa de bancos de proteínas (*trichanthera gigantea*) y su efecto sobre la producción lechera en sistemas de doble propósito campesino del bosque lluvioso tropical. Universidad de Caldas. Departamento de sistemas de producción consorcio para el desarrollo sostenible de la Ecorregion Andina (CONDESAN) Iniciativa Ecorregional.